Beyer, O. W. - Giftapparat von formica rufa. (1890)

Der Giftapparat von Formica rufa, ein reducirtes Organ.

Inaugural-Dissertation

der

philosophischen Fakultät zu Jena

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt

von

Otto Wilhelm Beyer,
Schuldirektor z. D. aus Kahla.

Jena,
Gustav Fischer.
1890.

Unter den vielen und mannigfachen Aufgaben, welche die DARWIN'sche Deszendenztheorie und die daraus hervorgehende Transmutationslehre der zoologischen Forschung stellt, ist eine der interessantesten, zu untersuchen, ob ein Organ bei einem Tiere in fortschreitender oder rückschreitender Entwickelung begriffen ist und welche Höhe der Organisation es aufweist im Vergleich mit den homologen Organen nahe verwandter Formen.

Einen merkwürdigen Fall dieser Art bietet die Giftdrüse der Ameisen, verglichen mit derjenigen ihrer nahen Verwandten, der Apiden und Vespiden. Über das Problem, welches hier vorliegt, spricht sich ein ausgezeichneter Kenner der Ameisen, Sir JOHN LUBBOCK, in seinem Buche: Ants, Bees and Wesps (London 1882, autorisierte deutsche Übersetzung Leipzig, Brockhaus) folgendermaßen aus: „In den meisten entomologischen Werken wird angegeben, die Myrmiciden hätten einen Stachel, die Formiciden dagegen nicht. Indessen besitzt letztere Form ein rudimentäres Gebilde, welches den Stachel vertritt; es scheint jedoch nur als Stütze für den Giftgang zu dienen. Dr. DEWITZ, der in neuerer Zeit einen interessanten Aufsatz über den Gegenstand veröffentlicht hat (Zeitschr. f. w. Zool. XXVIII, 527), bestreitet es, daß der Stachel der Formiciden ein verkümmertes Organ sei, sondern betrachet denselben als ein auf einer unvollkommenen Entwickelungsstufe stehen gebliebenes Organ. Die Vorfahren unserer jetzt lebenden Ameisen besaßen nach seiner Meinung einen großen Giftapparat mit einer chitinösen Stütze, ähnlich der-

jenigen der Formica, und aus diesem hätten sich die furchtbaren Waffen der Bienen, Wespen und Myrmiciden allmählich entwickelt. Ich gestehe, daß ich geneigt bin, im Gegenteil den Zustand des Organs bei Formica als einen Fall von Rückbildung infolge von Nichtgebrauch zu betrachten. Es scheint mir eine schwierige Annahme, daß — so komplizierte und doch so ähnliche — Organe, wie der Stachel der Ameisen, Bienen und Wespen sich unabhängig von einander entwickelt haben sollten.

Wenn der Stachel der Ameisen ein noch unentwickeltes Organ darstellt, dann war die ursprüngliche Ameise stachellos und die gegenwärtigen Stachel der Ameisen haben einen von dem der übrigen stacheltragenden Hymenopteren verschiedenen Ursprung. Diese Organe sind jedoch so kompliziert und doch zugleich von so ähnlicher Beschaffenheit, daß sie gewiß einen gemeinsamen Ursprung haben. Ob der jetzige Stachel von einem Blattschneideinstrument abstammt, wie dem der Sägefliege, darüber will ich jetzt keine Meinung aussprechen. Dr. Dewitz selbst betrachtet die rudimentären Flügelspuren bei den Ameisenlarven als Reste von einst hoch entwickelten Organen; warum ist er nun in bezug auf den rudimentären Stachel der entgegengesetzten Ansicht? Ich muß nach allem annehmen, daß die Stammameise einen Stachel besessen habe, und glaube, daß der rudimentäre Zustand desselben bei Formica die Folge von Verkümmerung, vielleicht durch Nichtgebrauch, ist. Andererseits ist es allerdings auf den ersten Blick schwer zu verstehen, warum Ameisen, die einmal einen Stachel erworben hatten, dazu kommen sollten, ihn außer Gebrauch geraten zu lassen. Es giebt jedoch einige Erwägungen, die darauf Licht werfen.

Die Giftdrüsen sind bei Formica viel größer als bei Myrmica. Einige Arten haben aber die Fähigkeit, ihr Gift auf eine beträchtliche Entfernung auszuspritzen. Aber selbst wenn das Gift nicht in solcher Weise aus der Entfernung auf den Feind geschleudert wird, giebt es zwei Fälle, in denen der Stachel außer Gebrauch gekommen sein könnte. Erstens konnten die Arten, welche sich im Kampfe ihrer Mandibeln bedienen, es im ganzen am zweckmäßigsten finden, das Gift, wie sie es auch thun, in die dabei erzeugte Wunde zu spritzen. Wenn zweitens das Gift so heftig geworden ist, daß es durch die Haut hindurch wirkt, dann war ein Bohrinstrument von verhältnismäßig geringem Vorteil."

Es fragt sich nun: welche von beiden Auffassungen hat die größere Wahrscheinlichkeit für sich?

Um diese Frage zu entscheiden, wird man vor allem die Ergebnisse der Entwickelungsgeschichte berücksichtigen müssen.

Wenn das biogenetische Grundgesetz, daß die individuelle Entwickelungsgeschichte eine kurze Rekapitulation der Stammesgeschichte sei, zu Wahrheit besteht, so müßten für den Fall, daß die Giftdrüse der Ameisen in rückschreitender Entwickelung begriffen, also auf dem Wege wäre, zu einem sog. rudimentären Organe zu werden, auf früheren Stadien der individuellen Entwickelung sich wenigstens Andeutungen einer vollkommeneren Organisation der Giftdrüse nachweisen lassen, als sie die entwickelten Tiere zeigen; ist umgekehrt die Giftdrüse in fortschreitender Entwickelung begriffen, so werden die früheren Stadien der individuellen Entwickelung auch sog. primitive Verhältnisse aufweisen müssen. Bei dieser Untersuchung nun würde unserer Meinung nach zu beachten sein, daß diejenigen Teile des Giftapparates, welche, als im Innern des Körpers liegend, den Einwirkungen der Außenwelt mehr entzogen sind und so auch weniger veranlaßt waren, den Beziehungen des Tieres zur Außenwelt sich in der Weise anzupassen, wie es die außen am Körper angebrachten Teile thun müssen, im allgemeinen eher palingenetische Verhältnisse erkennen lassen werden als die äußeren Teile des Giftapparates, die mehr cänogenetisch zu begreifen sein werden. Die ersteren werden also eher einen Schluß auf das ursprüngliche Verhältnis gestatten als die letzteren.

Sehen wir nunmehr, wie weit die fraglichen Verhältnisse in der zoologischen Litteratur bereits eine Erörterung gefunden haben.

Es haben mir folgende Arbeiten vorgelegen:

1. Ratzeburg, C., Über die Entwickelung der fußlosen Hymenopterenlarven. In: N. A. Ac. L. C. XVI, 1, 143—176.
2. Léon Dufour, Recherches sur les Orthoptères, les Hyménoptères etc., in: Mém. prés. à l'Académie royale des sciences etc., Paris 1841.
3. Meckel, H., Mikrographie einiger Drüsenapparate. In: Müller's Archiv f. A. u. Ph. 1846. Darin: Der Giftapparat der Hymenopterenweibchen S. 47—50. Mit Tafel I—III.
4. Leydig, F., Zur Anatomie der Insekten. In: Müller's Archiv f. A. u. Ph. 1859, S. 56—59. Mit Tafel II—IV.
5. Meinert, Fr., Bidrag til de danske Myrers Naturhistorie. Med tre kobberstukne Tavler. In: Vidensk. Selsk. Skr., 5. Række, naturvidensk. og mathem. Afd. 5. Bd.

6. Sollmann, A., Der Bienenstachel. (Z. f. w. Z. XIII, Heft 4, S. 528—540.)
7. Fenger, Dr. A., Anatomie und Physiologie des Giftapparates bei den Hymenopteren. In: Troschel's Archiv für N. Jahrg. 29, Bd. V.
8. Uljanin's Resultate über die Entwickelung des Stachels der Arbeitsbiene. In: Sitzungsberichte der zool. Abt. d. III. Vers. russ. Naturforscher in Kiew (Z. f. w. Z. XXII, S. 289—290).
9. Kraepelin, Dr. C., Untersuchungen über den Bau, Mechanismus und die Entwickelungsgeschichte des Stachels der bienenartigen Tiere. Mit Tafel XV, XVI. (Z. f. w. Z. XXIII, S. 289—330.)
10. Forel, A., Les Fourmis de la Suisse. Zürich 1874.
11. Dewitz, Dr. H., Über Bau und Entwickelung des Stachels der Ameisen. Mit Tafel XXVI. (Zeitschr. f. w. Z. XXVIII, S. 527—556.)
12. Forel, Der Giftapparat und die Analdrüsen der Ameisen. (Z. f. w. Z. XXX, Supplementband, S. 28—68.)
13. Sir John Lubbock, Bees, Wesps and Ants. London, Kegan, Paul, Trench & Co. 1882. Seitdem oft aufgelegt.

Diese vorstehend genannten Arbeiten zerfallen dem Inhalte nach in 4 Gruppen: Arbeiten zur Systematik (Meinert; Forel, Fourmis), zur Biologie (Forel, Fourmis; Lubbock), zur Anatomie (Kraepelin; Dewitz; Forel; Dufour; Meckel; Leydig; Meinert; Sollmann; Fenger) und zur Entwickelungsgeschichte (Ratzeburg; Uljanin; Kraepelin; Dewitz).

Von diesen Gruppen ist für die vorliegende Untersuchung besonders wichtig die entwickelungsgeschichtliche, und hier wieder schien ihrem Titel nach zuerst die Arbeit von Ratzeburg Beachtung zu verdienen. Allein bei ihrer Durchsicht zeigte sich, daß darin für den Zweck einer vergleichenden Betrachtung des Giftapparates der von mir in der Einleitung angeführten Familien so gut wie nichts zu finden ist, da Ratzeburg sich im wesentlichen darauf beschränkt, die äußeren Formverhältnisse zu beschreiben und abzubilden, welche die Larven von Formica rufa ☿ im Laufe ihrer Entwickelung zeigt, jedenfalls aber weder die Entwickelung des Giftapparates bei dieser Art einer Untersuchung unterzogen, noch auch die Beschreibung ausgedehnt hat auf diejenigen anderer Familien, welche für unsere Frage noch in Betracht kommen. Dagegen ist Kraepelin's Arbeit sehr wohl zu benutzen gewesen;

denn wenn sie sich auch bloß auf die Entwickelungsgeschichte des Stachels bei Apis mellifica beschränkt und hier, wie Verf. selbst angiebt, auch nur die bedeckelten Stadien des Tieres in Untersuchung nimmt, und wenn ferner Verf. auch darauf verzichet hat, den Giftapparat in Schnittserien zu zerlegen — was für das Studium der histologischen Verhältnisse gar nicht zu umgehen ist — so sind doch, wie ich glaube behaupten zu dürfen, die Resultate, zu denen er gelangt ist, durchgehends als gesichert und im wesentlichen auch — in der Beschränkung, die er sich selbst auferlegt hat — als erschöpfend vollständig zu betrachten. Daß von ULJANIN's Arbeit, die ja ebenfalls die Entwickelungsgeschichte des Stachels von A. m. zum Gegenstand hat, nur ein kurzer Auszug benutzt werden konnte, ist im Interesse der Sache namentlich auch deshalb zu bedauern, weil nach Angabe des Berichtes ULJANIN auch Vespa auf die Entwickelungsgeschichte ihres Stachels hin untersucht hat und seine Arbeit über diesen Gegenstand die einzige ist, die ich für V. erwähnt finde.

Über die Entwickelungsgeschichte des Stachels bei Myrmiciden lag eine Arbeit bis jetzt überhaupt nicht vor, dagegen eine solche über die „Entwickelung des Stachel- und Giftapparates bei Formica rufa (Arbeiter)“ von DEWITZ. Auch hier wird die Entwickelung erst vom Stadium der erwachsenen Larve an verfolgt, auch hier ist auf eine Zerlegung in Schnittserien verzichtet worden. Die Anatomie des Giftapparates, wie er sich bei den erwachsenen Tieren von A., V., M. und F. entwickelt findet, ist in den vorliegenden Schriften mehrfach bearbeitet worden:

für A. von DUFOUR und KRAEPELIN, dessen Arbeit zugleich die beiden früheren Arbeiten von SOLLMANN und FENGER kritisch würdigt;

für V. ebenfalls von DUFOUR und KRAEPELIN;

für M. von DUFOUR, MEINERT, KRAEPELIN, DEWITZ und FOREL;

für F. von denselben Forschern.

Danach dürfte für das Stadium der erwachsenen Tiere die anatomische Untersuchung wohl im wesentlichen als abgeschlossen angesehen werden; dagegen konnte eine vergleichende Untersuchung der Entwickelungsgeschichte des Giftapparates bei A., V., M. u. F., wenn sie auch die jüngsten Stadien berücksichtigte, mit Rücksicht auf die zur Diskussion gestellte Frage noch Resultate erwarten lassen. Diesen Erwägungen verdankt die nachfolgende Arbeit ihre Entstehung und Gliederung.

Vertiefen wir uns zuerst in die notwendigen Einzeluntersuchungen.

Ich beginne zunächst mit der Beschreibung dessen, was ich bei **Apis mellifica** ☿ gesehen habe.

Erstes Stadium[1]). Die erste Anlage der Giftdrüse finde ich auf einem Stadium, wo die segmentierte Larve einen Querdurchmesser von noch nicht ganz $^1/_2$ mm hat, bei einer Länge von etwa 2 mm. Die Länge ist schwer zu messen, da Larven von dieser Größe, sowie auch jüngere — und noch mehr ältere — sich, wie schon erwähnt, in sagittaler Richtung stark krümmen, unter Umständen bis fast zum vollen Kreise, um in dem Lumen der engen Zelle, auf deren Boden sie horizontal liegen, ihre Körper überhaupt unterzubringen. Ich werde daher für alle folgenden Stadien bloß den Querdurchmesser angeben, was immer auch einen Schluß auf den Längsdurchmesser zuläßt, da dieser mit zunehmendem Querdurchmesser auch entsprechend zunimmt.

Jedenfalls aber erscheint die erste Anlage bei weitem früher, als dies der Fall ist nach der Darstellung KRAEPELIN's, der als das früheste Stadium, welches er zu beobachten Gelegenheit hatte, die Larve angiebt, wie sie im Begriff ist, aus der gekrümmten Lage nach erfolgter Eindeckelung in eine gestrecktere überzugehen. Ich werde die Anlage immer von ihrem vorderen, d. h. dem Kopfe zugekehrten Ende nach hinten zu verfolgen und auch die Leitungswege der Geschlechtsprodukte mit in den Kreis der Beobachtung ziehen, da Teile der Giftdrüse, nämlich Stachel und Stachelscheiden, den Weg bilden, auf welchem die Geschlechtsprodukte nach außen gelangen. Die Anlage beginnt in einer Entfernung von 0,20 mm vom Hinterleibsende — und zwar in der Gegend der drittletzten Trachee — mit einer quer über die Medianlinie des Unterleibes in einer Breite von 0,02 mm hinwegreichenden, kaum merklichen Verdickung des allgemeinen Körperepithels. Hervorgerufen wird die Verdickung dadurch, daß sich zwischen die Zelllage des einschichtigen allgemeinen Körperepithels und diejenige der darunterliegenden Tracheenwandung eine einzige Lage

1) Die in der nachfolgenden Arbeit für A., V., M. und F. beschriebenen Entwickelungsstadien stellen vielleicht nicht immer wichtige Abschnitte in der Entwickelung der betr. Art dar; ich habe gleichwohl geglaubt, von keinem der beobachteten Stadien die Beschreibung weglassen zu sollen, da die Entwickelung natürlich um so genauer verfolgt werden kann, über je mehr Stadien Beobachtungen vorliegen.



von Zellen einschiebt. Zu verfolgen ist die Verdickung auf eine Erstreckung von 0,03 mm. Unter der vorletzten Trachee findet sich 0,03 mm weiter nach hinten eine zweite Verdickung, ebenfalls quer über die Medianlinie des Unterleibes hinwegreichend, aber hier in einer Breite von 0,06 mm. Diese Verdickung ist etwas beträchtlicher als die eben erwähnte. Ihre Länge beträgt 0,02 mm. Unter der letzten Trachee, 0,02 mm weiter nach hinten, findet sich eine dritte Verdickung des Epithels, ebenfalls über die Medianlinie des Unterleibes quer hinüberreichend, und zwar in derselben Breite wie die vorhergehende, und ebenso beträchtlich wie diese. Ihre Länge beträgt 0,04 mm.

Zweites Stadium. Querdurchmesser 1 mm. Hier beginnt die Anlage in einer Entfernung von 0,86 mm vom Hinterleibsende mit einer beiderseits symmetrisch zur Medianlinie des Unterleibes liegenden, nur eben angedeuteten Verdickung des Epithels, die sich auf eine Erstreckung von 0,12 mm verfolgen läßt. Eine Einsenkung des Epithels ist nicht vorhanden. 0,06 mm weiter nach hinten beginnt eine zweite, ebenfalls beiderseits zur Medianlinie an der Ventralseite auftretende, etwas stärkere Verdickung des Epithels. An der verdickten Stelle zeigt sich das Epithel etwas eingesunken, so daß beiderseits eine ganz seichte Furche entsteht. Sie ist zu verfolgen über eine Streke von 0,88 mm. 0,04 mm weiter nach hinten folgt sodann, etwas mehr der Medianlinie genähert, als die vorige Einsenkung, an einer Stelle, wo ein besonders starkes Bauchganglion auftritt, eine neue Einsenkung des Epithels, ebenfalls verbunden mit einer Verdickung desselben. Auf dem ersten Schnitte, wo diese Verdickung auftritt, liegt dieselbe noch dicht unter dem Epithel, rückt dann aber schon mit dem nächsten Schnitte (0,01 mm weiter) in dasselbe selbst ein. Sie reicht 0,12 mm weit und endet also in einer Entfernung von 0,44 mm vom Hinterleibsende.

Drittes Stadium. Querdurchmesser etwa $1^1/_4$ mm. Die auf dem ersten Stadium nur eben angedeutete, am meisten nach vorn gelegene Verdickung des Epithels, hier 1,36 mm vom Hinterleibsende beginnend und über eine Länge von 0,12 mm zu verfolgen, wird hier schon deutlicher und ist begleitet von einer Einsenkung des Epithels an der betreffenden Stelle. An einer Stelle ihres Verlaufs zeigt sich unter dem verdickten Epithel jederseits ein kleines Bläschen. Dieses Bläschen gehört zum Genitalapparat und stellt die erste Anlage der am unteren Teile des Eileiters liegenden Erweiterung dar. Nun folgt ein Raum von 0,24 mm

Länge, wo am Epithel keinerlei Verdickung zu bemerken ist. Dann beginnt das Epithel sich ein zweites Mal symmetrisch zur Sagittalebene rechts und links einzusenken und zu verdicken, und zwar auf eine Entfernung von 0,16 mm. Nach einem weiteren Zwischenraum von 0,06 mm, wo keine Verdickung des Epithels vorhanden, beginnt die dritte Verdickung desselben, an der ganz sanft eingebogenen Ventralseite des Tieres auf eine Länge von 0,20 mm, anfänglich zwei seitwärts symmetrisch von der Medianlinie, und zwar dicht unter dem Epithel liegende Hälften aufweisend, die jedoch bald sich in eine breite Fläche vereinigen und an die Oberfläche des Epithels treten. Die Anlage endet also hier in einer Entfernung von 0,58 mm vom Hinterleibsende.

Viertes Stadium. Querdurchmesser etwa $1^1/_2$ mm. Die Anlage der am unteren Teile des Eileiters liegenden Erweiterung, 0,96 mm vom Hinterleibsende beginnend, 0,16 mm lang. Die beiden Bläschen werden größer. Darauf ein Zwischenraum von 0,06 mm ohne Verdickung des Epithels. Nun folgt die zweite Einsenkung des Epithels auf einer Länge von 0,24 mm. Es liegt hier offenbar die Tendenz vor, jede der beiden durch das Einsinken des Epithels entstandenen Furchen durch einen in ihrer Mitte verlaufenden Grat in zwei zu zerlegen. Jede Furche ist nur in ihrem mittleren Teile offen; an beiden Enden wölbt sich das Epithel über die Furche herüber, und es entsteht an jedem Ende jederseits ein Säckchen, das aber mit der Furche in offener Kommunikation bleibt. Die zweite und dritte Einsenkung rücken sehr nahe aneinander; zwischen ihnen ist nur ein Raum von 0,02 mm, der keine Verdickung des Epithels zeigt. Nunmehr folgt in einer Länge von 0,26 mm die hintere Anlage, beginnend mit zwei zu beiden Seiten der Medianlinie, aber dieser sehr genähert, dicht unter dem Epithel gelagerten Säckchen, die nach einem Verlaufe von 0,08 mm sich jedes zu einer Furche öffnen, zwischen welchen ein medianer Kanal verläuft, jederseits begrenzt von einem Wulste. Bald verflacht sich der Wulst und mit ihm auch der mediane Kanal, während die Furche beiderseits bestehen bleibt. Dadurch vergrößert sich dieselbe, und ihre medianen Ränder rücken einander so nahe, daß sie sich zu einem scharfen Grate aneinanderlegen, der sich jedoch schließlich ebenfalls verflacht.

Fünftes Stadium. Querdurchmesser $1^1/_2 - 1^3/_4$ mm. Anlage der am unteren Teile der Eileiter liegenden Erweiterung 1,70 mm vom Hinterleibsende beginnend, 0,16 mm lang. Man sieht hier schon die Einmündung der Eileiter in diese Erweite-

rungen. Ein Zwischenraum von 0,04 mm trennt das hintere Ende dieser Anlage von dem Vorderende der zweiten Einsenkung. Dieselbe, 0,24 mm lang, stellt anfangs jederseits eine Furche dar; bald erheben sich jedoch in jeder dieser Furchen zwei scharfe Grate neben einander. Weiterhin wölbt sich das Epithel über diese Furche weg, so daß die Anlage nach hinten auch hier in zwei kurze Säckchen ausläuft. Die dritte Einsenkung, welche nach einem Zwischenraum von 0,06 mm auf die zweite folgt, ist 0,28 mm lang. Auch hier erscheinen am vorderen Ende zwei einander sehr genäherte Säckchen in der schon auf dem vorigen Stadium geschilderten Lage; indem ihre ventralen Begrenzungsflächen sich voneinander entfernen, entsteht an Stelle von zwei getrennten Säckchen ein Hohlraum, an dem man die Rinne und die beiden Wülste des vorigen Stadiums, seitwärts von jedem Wulste aber die Furche erkennt. Die Oberfläche dieser beiden Wülste wird nach und nach mehr horizontal. Endlich verflachen sich die beiden Wülste, und es bleibt nur übrig eine breite, ziemlich flache Furche in der Medianlinie des Ventralteils mit fast senkrechten Wänden und einem wagerechten Boden mit einem kleinen, stumpfen, ventralwärts vorspringenden Grat in der Mitte; schiefwinklig gegen diese senkrechten Wände springt das Epithel zu beiden Seiten zurück, so daß die breite Furche sich begrenzt zeigt von zwei scharfen Leisten des Epithels. Alle drei Anlagen zeigen schwache Andeutungen von Muskeln unter den entsprechenden Verdickungen des Epithels.

Sechstes Stadium. Querdurchmesser etwa $2^1/_2$ mm. Anlage der am unteren Teile des Eileiters liegenden Erweiterung 2,08 mm vom Hinterleibsende beginnend, über eine Erstreckung von 0,16 mm hinwegreichend. Zwischen dem hinteren Ende dieser Anlage und dem Vorderende der zweiten Einsenkung ein Zwischenraum von 0,22 mm, ohne irgendwelche Verdickung. Dann folgt die zweite Einsenkung: die beiden scharfen Grate jederseits sind verschmolzen zu einem Wulste, der sich von der Medianlinie ganz scharf wegbiegt, so daß seine weggebogenen Ränder fast horizontale Lage erhalten und der übrigbleibende Teil der Einsenkung jederseits unter den weggebogenen Rand zu liegen kommt. Wir haben hier die erste Anlage der Stechborsten vor uns. Die Einsenkung ist wieder in der Mitte ihres ganzen Verlaufes am tiefsten. Nach einem Zwischenraum von 0,04 mm beginnt der dritte Teil der ganzen Anlage: es kommt hier nicht mehr zur Bildung zweier Säckchen am vorderen Ende dieses dritten Teils,

sondern es legt sich sogleich ein einziger Hohlraum an, der auch hier wieder Rinne, Wülste und Furchen wie im vorigen Stadium zeigt. Die Rinne bleibt bestehen bis zu der Stelle, wo sich die beiden Wülste vom Epithel loslösen und auf eine Entfernung von 0,08 mm als konisch zulaufende Zapfen frei gegen das Hinterleibsende des Tieres hervorragen. Dies ist die erste Anlage der Stachelscheiden. Bemerkenswert ist der Ansatz je eines kräftigen Muskels an jeder Seite der Rinne, innerhalb welcher die Stachelscheiden liegen. Die Muskeln verlaufen in der Querrichtung des Körpers.

Siebentes Stadium. Querdurchmesser etwa $3^1/_4$ mm. Anlage der am unteren Teile der Eileiter liegenden Erweiterung 2,42 mm vom Hinterleibsende beginnend, sich über eine Entfernung von 0,48 mm erstreckend. Dann folgt ein Zwischenraum von 0,16 mm, ohne Verdickung des Epithels. Darauf die Anlage der Stechborsten, hier 0,42 mm lang, in der vom vorigen Stadium bekannten Weise. Daran schließt sich unmittelbar die Anlage der Schienenrinne, die hier zum erstenmale erscheint. Als eigentliche Rinne tritt dieselbe auf in einer Erstreckung von 0,22 mm. Dorsalwärts von ihr, aber aus ihr hervorgegangen und mit ihr im Zusammenhang bleibend, zeigt sich auf eine Erstreckung von 0,10 mm ein Schlauch, der ziemlich parallel mit ihrer dorsalen Kante und dieser sehr nahe bleibend nach vorn verläuft. Dies ist die erste Anlage der Giftblase. Die eigentliche Rinne entsteht aus zwei freien konischen Zapfen, deren hintere Enden 0,96 mm vom Hinterleibsende symmetrisch zur Medianlinie des Körpers unter dem Bauche liegen. Diese Zapfen sind von ihrem freien Ende nach vorn auf eine Entfernung von 0,28 mm zu verfolgen, wobei ihr Querschnitt aus der Kreisform immer mehr in die einer dorsiventral gestreckten Ellipse übergeht. Weiter nach vorn verwachsen sie mit der Bauchseite des Tieres und lassen zwischen sich einen engen, ziemlich tiefen Kanal, eben die Schienenrinne. Die Schienenrinne wird symmetrisch von zwei Wülsten begrenzt, die sich weiter nach hinten vom Unterleibe abheben und dann ebenfalls als freie Zapfen, in gleicher Höhe wie die beiden Zapfen der Schienenrinne, aber von weit größerem Querschnitte, nach hinten hervorragen. Ihre freien Enden haben eine Länge von 0,10 mm. Es sind dies wieder die Stachelscheiden.

Achtes Stadium. Querdurchmesser etwa $3^1/_2$ mm, Höhendurchmesser etwa $2^1/_2$ mm; Larve im Verhältnis zu ihrer Höhe auffallend breit, die Zelle oft bis zur Hälfte ihrer Höhe ausfüllend.

Anlage der am unteren Teile des Eileiter liegenden Erweiterung 2,02 mm vom Hinterleibsende entfernt, die Anlage selbst über eine Erstreckung von 0,35 mm zu verfolgen. An ihrem hinteren Ende beginnt die Anlage damit, daß sich vom Epithel der Unterleibswand unter sehr flachem Winkel mit dieser ein Kanal in das Innere des Körpers einsenkt, dessen Stelle schon weiter hinten durch eine Rinne angedeutet war, deren Boden horizontal liegt, während ihre beiden Seitenränder, ursprünglich fast senkrecht stehend, sich mehr und mehr in spitzem Winkel gegen den Boden zusammenneigen. Diese Rinne ist selbst wieder die Fortsetzung einer hinten tief und schmal beginnenden, nach und nach jedoch flacher und breiter werdenden Furche, welche dadurch entsteht, daß die beiden im hinteren Teil ihres Verlaufs wagerecht gerichteten, dann aber in einem scharfen Bogen nach oben umbiegenden Stechborsten jederseits an den Unterleib anwachsen. Der eben erwähnte Kanal ist der Eingang; unter ihm zeigt das Epithel der Leibeswand die Tendenz, sich über einer breiten und sehr flachen Spalte zusammenzuwölben. Doch kommt auf diesem Stadium die Spalte noch nicht zum vollständigen Verschluß. Über dem in das Innere der Leibeswand eindringenden Kanale des Eiergangs liegt ein Bauchganglion, schon zu sehen 0,17 mm vor der Eintrittsstelle des Kanals und als solches auf eine weitere Strecke von 0,15 mm zu verfolgen, wonach es in zwei parallel nebeneinander laufende Nervenfäden sich auflöst, die schon nach Verlauf von 0,11 mm abermals zu einem Ganglion zusammentreten. Indem nun der Kanal dorsalwärts immer weiter emporrückt, muß er schließlich dem nur wenig darüberliegenden Ganglion ausweichen, wobei er sich in zwei Kanäle spaltet, die rechts und links vom Ganglion dorsalwärts ihren Weg weiter verfolgen und in der Mittellinie durch einen unpaaren Gang verbunden sind. Die Furche nebst Rinne ist 0,35 mm lang. 0,09 mm von ihrem hinteren Ende, dort, wo die Rinne am tiefsten ist, gliedert sich von ihrem Boden ein kleiner, parallel zur Rinne nach hinten gerichteter Kanal ab, der 0,03 mm lang ist. Ihrer Lage nach kann dies nur die erste Anlage der sog. Schmierdrüse sein. Die Funktion, welche ihr Kraepelin in Übereinstimmung mit Leuckart zuschreibt, nämlich die Stechborsten einzuölen, damit sie auf den beiden Leisten der Schienenrinnen unbehindert hin- und hergleiten können, würde zugegeben werden dürfen, wenn nicht gerade bei Myrmica, wo der Stachel offenbar viel weniger zur Verwendung gelangt, und noch mehr bei Formica, die gar keinen funktionsfähigen Stachel

hat, sich die betr. Drüse verhältnismäßig viel besser ausgebildet zeigte als bei Apis und Vespa. Vielleicht ist die Vermutung Forels richtiger, daß sie zum Geschlechtsapparat in Beziehung steht. Das hintere Ende der Stachelscheiden liegt 0,64 mm von der Hinterleibsspitze, sie heben sich auf eine Entfernung von 0,20 mm von der Unterleibswand ab und erweisen sich als hohl. Weiter nach vorn sind sie noch eine Strecke weit an der Unterleibswand als seitlich die Schienenrinne begrenzende Wülste zu sehen. Die Schienenrinne endet auch hier hinten mit zwei freien Zapfen, und zwar 0,68 mm von der Hinterleibsspitze; diese Zapfen sind 0,41 mm lang. Mit ihren einander zugekehrten Seitenflächen liegen sie auf ihrem ganzen Verlaufe (nur die letzten 0,10 mm nicht) einander dicht an. Die Stechborsten enden 0,90 mm von der Hinterleibsspitze und ragen frei am Unterleibe hervor auf einer Länge von 0,24 mm. Sowie die Vereinigung der beiden Schienenrinnenhälften mit dem Unterleibe eingetreten ist, erscheint zwischen Darm und Schienenrinne, aber mit keinem von ihnen in Verbindung, die erste Andeutung eines Lumens, das schon 0,02 mm weiter nach vorn deutlich zu erkennen ist und sich 0,10 mm weit verfolgen läßt; es rückt in seinem vorderen Verlaufe immer weiter nach dem Boden der Schienenrieme zu, verschmilzt jedoch auf diesem Stadium noch nicht mit ihm, sondern hört schließlich auf. Wir haben hier wiederum vor uns die Anlage der Giftdrüse, und zwar die des ausführenden Teiles derselben, der Giftblase; schon auf einem früheren Stadium konnten wir sie konstatieren. Auf demselben Schnitte, auf dem die Vereinigung der beiden Schienenrinnenhälften mit dem Epithel der Ventralseite zu sehen ist, zeigt sich ventralwärts von den Wülsten, welche die Überreste der Stachelscheiden darstellen, jederseits das hintere Ende einer Stechborste in der schon beschriebenen Weise; der von hier aus nach vorn gelegene Teil der Schienenrinne verflacht sich, sobald die Giftblase in die Schienenrinne eingetreten ist. Schon 0,10 mm weiter nach vorn von diesem Punkte ist sie völlig verschwunden. Das Epithel der Anlage zeigt sich von diesem Stadium ab an denjenigen Stellen, wo dieselbe ihre höchste Ausbildung erreicht, überzogen von einer zelllosen, aus mehreren Lagen bestehenden Cuticula.

Neuntes Stadium. Querdurchmesser etwa 4 mm. Hinteres Ende der am unteren Teile der Eileiter liegenden, die Verbindung mit dem Eiergang herstellenden Erweiterung 2,72 mm von der Hinterleibsspitze. Die Anlage verfolgbar über eine Erstreckung

von 0,28 mm. Die auf dem vorigen Stadium auftretende, unter dem Eiergange liegende Spalte kommt auf diesem Stadium auf eine sehr kurze Strecke zu fast völligem Verschlusse. Bei 1,90 mm zeigen sich die Querschnitte der beiden Stechborsten, bis zu 2,16 mm frei unter dem Unterleibe liegend, von da ab angewachsen, zwischen sich eine Rinne lassend, die sich bis 0,44 mm erstreckt und dabei zuletzt flacher und breiter wird. 0,03 mm hinter der Stelle, wo die Stechborsten mit dem Unterleibe verwachsen, zeigt sich über der zwischen ihnen liegenden Rinne ein Kanal, der sich auf eine Entfernung von 0,11 mm nach vorn verfolgen läßt und dort in die Rinne einmündet. Hinter ihm mündet ein zweiter, 0,03 mm langer Kanal ebenfalls von hinten her in die Rinne ein, und zwar 0,21 mm von der Mündung des ersteren entfernt unmittelbar vor der Stelle, wo die Giftblase in die Schienenrinne eintritt. Dieser zweite Kanal entspricht seiner Lage und auch seiner Länge nach der Schmierdrüse, die auf dem vorigen Stadium zum erstenmal auftrat. Der erste längere Kanal kann alsdann nichts anderes sein als das Receptaculum seminis. Auch hier noch zeigt sich die Schienenrinne aus zwei Teilen bestehend, die aber in der ganzen Länge ihres Verlaufes mit ihren einander zugekehrten Flächen aneinander gewachsen sind, doch so, daß eine Naht die Stelle der Verwachsung noch erraten läßt. Diese Verwachsung reicht aber nicht über die ganzen einander zugekehrten Flächen, sondern bloß über einen Teil ihrer Breite, so daß an ihrem unteren Teile ein offener Halbkanal entsteht; erst von da, wo diese beiden Hälften an den Unterleib angewachsen sind, wird dieser Halbkanal tiefer und setzt sich später sogar direkt zur Giftblase fort. Die Verwachsung beider Hälften der Schienenrinne mit dem Unterleibe erfolgt bei 1,48 mm; die durch sie gebildete Rinne ist zu verfolgen bis 2,08 mm; die Hälften der Schienenrinne ragen als freie Zapfen unter dem Unterleibe hervor von 1,84 mm bis 1,52 mm; von 1,84 mm bis 1,70 mm erscheint die Giftblase als eine dorsale, spindelförmig gestaltete Erweiterung der Schienenrinne. Der hintere Teil der Spindel stellt die erste Anlage des Drüsenschlauches, der vordere, sich in die Schienenrinne fortsetzende, die erste Anlage des Giftkanals dar. Die Stachelscheiden erstrecken sich frei unter dem Unterleibe von 1,52 mm bis zu 1,34 mm; von 1,52 mm nach vorn sind sie mit dem Unterleibe verwachsen und noch auf eine längere Strecke als Wulst neben der Schienenrinne zu verfolgen.

Zehntes Stadium. Querdurchm. etwa $4^1/_4$ mm. Hinteres

Ende der am unteren Teile der Eileiter liegenden Erweiterung 2,77 mm von der Spitze des Hinterleibes, von da bis zu 3,08 mm nach vorn reichend. Bei 2,38 mm beginnt der Eiergang mit einem Lumen von Gestalt eines verkehrt stehenden ⊤, mit kurzem senkrechten und etwa dreimal so langem wagrechten Schenkel. Dieses Lumen ist entstanden aus einem Hohlraum, in welchen sich die beiden Stechborsten zuletzt auf eine Erstreckung von 0,06 mm zurückziehen, bis sie beide seitlich mit der Unterleibswand verwachsen. Der Hohlraum selbst, von ungefähr flach linsenförmigem Querschnitt, wird dorsal wie ventral vom Unterleibe begrenzt, liegt also ganz innerhalb desselben, wenn auch nahe der tiefsten Stelle; unterhalb dieses Lumens zeigt sich der Ventralteil eines Segments, durch eine breite, flachgewölbte, hier völlig geschlossene Spalte vom eigentlichen Unterleibe getrennt. Diese hier zum erstenmale völlig geschlossene Spalte ist die Scheide. Von der ⊥-förmigen Figur bleibt schließlich nur der wagrecht liegende Teil übrig; indem sich der Eiergang jetzt mehr und mehr hebt, je weiter er in den Körper nach vorn eindringt, wird er auch hier durch das letzte Bauchganglion, das senkrecht über ihm liegt, gezwungen, sich in zwei Hälften zu trennen, welche die Tendenz zeigen, sich dorsalwärts zu den rechts und links vom Darmlumen gelegenen Eileitern zu verlängern. Da das Bauchmark schon auf Stadien zu sehen ist, die noch keine Spur einer Anlage des Geschlechtsapparates zeigen, so wird es erlaubt sein zu sagen, daß der Bauchstrang den Eiergang zwinge, ihm beiderseits auszuweichen, und nicht etwa, daß der Bauchstrang an der Stelle, wo der Eiergang sich in zwei Hälften spalte, über den Winkel dieser Gabel hinweg sich nach dem Ende des Hinterleibes begebe. Auf diesem Stadium treten indes von diesen Eileitern scheinbar nur Spuren auf, in Gestalt kurzer fadenförmiger Stückchen mit einem engen Kanal; denkt man sich aber die in den aufeinanderfolgenden Schnitten sichtbaren Fadenstücke auf eine Ebene projiziert, so erhält man den Faden des Eileiters in ziemlicher Länge. Von den dorsalen Fortsätzen der Eileiter, den Eiröhren, ist jedoch hier noch keine Spur zu sehen. Unmittelbar über der Scheide beginnt an der Stelle, wo der Eiergang zum erstenmale den ⊥-Querschnitt zeigt, ein kleiner kreisrunder Kanal, der auf eine Entfernung von 0,22 mm nach vorne zu verfolgen ist und zuletzt in den Eiergang mündet; es ist dies das (bei Apis mellifica ☿ verkümmerte) Receptaculum seminis. Dasselbe erstreckt sich von hinten nach vorn

und mündet in den Eiergang an der Stelle, wo derselbe sich in zwei Hälften teilt.

Die sog. Schmierdrüse ist hier undeutlich zu sehen, man erkennt wohl den kreisförmigen Querschnitt des Ganges, aber es fehlt ihm das Lumen.

Die Giftblase beginnt bei 2,00 mm und endet bei 2,26 mm. Sie ist hier, gegenüber dem Befunde des vorigen Stadiums, stark verlängert und verjüngt sich an ihrem vorderen Teile langsam, an ihrem hinteren rascher; ihr hinteres Ende mündet unmittelbar in die Schienenrinne, die an dieser Stelle sehr hoch ist. Die Stechborsten ragen am Unterleibe frei hervor von 2,34 mm bis zu 1,30 mm; von ihrem Vorderende nach vorn zu verwachsen sie, wie schon erwähnt, mit der Unterleibswand und bilden von der ⊥-Figur die beiden rechten Winkel. Die Schienenrinne, nur im vorderen Vierteil ihres freien Verlaufes deutlich in zwei Hälften zerfallend, liegt frei unter dem Unterleibe von 2,02 mm bis 0,72 mm, von da ab ist sie mit dem Unterleibe verwachsen und als Rinne zu verfolgen bis 2,24 mm. Die Stachelscheiden sind frei von 1,62 mm bis zu 0,96 mm; von da nach vorn zu erscheinen sie beiderseits der Schienenrinne als schützende Wülste und sind zu verfolgen bis 2,20 mm. Jeder dieser beiden Wülste zeigt hier noch einen Querschnitt von einfacher Kontur ohne weitere Differenzierung. Von 2,08 mm bis 1,84 mm setzen sich an diese beiden Wülste jederseits zwei Muskeln an, die einander unter sehr spitzem Winkel kreuzen. Es verläuft nämlich jederseits ein Muskel vom äusseren oberen Rand des Wulstes nach dem inneren unteren und ebenso jederseits ein anderer von dem inneren oberen nach dem äusseren unteren. Die Muskeln zerfallen hier zum erstenmal deutlich in Fasern; die Fasern sind quer gegen die Längsachse des Körpers gerichtet.

Elftes Stadium. Querdurchm. etwa $4^1|_4$ mm.

Dieses Stadium ist dadurch ausgezeichnet, daß das anfänglich nach vorn geschlossene Lumen des Eierganges sich nach der ventralwärts von ihm gelegenen, beim vorigen Stadium erwähnten Spalte zu öffnet, so daß nunmehr ein Hohlraum entsteht. Dieser Hohlraum, die Scheide, ist zu verfolgen über eine Erstreckung von 0,10 mm nach hinten; dann beginnt der Ventralteil des Segmentes in der Mitte mehr und mehr auseinander zu klaffen, doch so, daß zwischen den auseinanderklaffenden Rändern eine zarte Haut als Verbindung zu sehen ist. Plötzlich jedoch verschwindet auch diese, so daß sich nunmehr anstatt der Scheide eine unten offene Spalte

zeigt, beiderseits begrenzt von dem angewachsenen Anfange der Stechborsten; unmittelbar über dieser offenen Spalte liegt auch hier wieder das Receptaculum seminis, das sich von ihr an einer Stelle abgliedert, wo der Ventralteil des Segmentes in der Mitte noch geschlossen ist, und das sich auf 0,12 mm ihr aufliegend nach hinten erstreckt. Die offene Spalte verschwindet bald gleichfalls. Die Giftblase, dorsal in die aus den beiden Hälften der Schienenrinne durch Verwachsung entstandene, unten offene Rinne einmündend, ist hier zu verfolgen auf eine Entfernung von 0,36 mm, nämlich von 4,14 mm bis zu 3,78 mm; schon hier zeigt sie die charakteristische Krümmung, die sie im erwachsenen Zustande auszeichnet, außerdem aber auch einen nach hinten gelegenen kurzen Hals und ein in einen feinen Kanal ausgezogenes Vorderende. Die Stechborsten erscheinen hier zum erstenmale auf ihrer der Schienenrinne zugekehrten Fläche mit der Andeutung des Falzes, der bestimmt ist, eine Leiste der Schienenrinne in sich aufzunehmen und so den Giftweg, soweit er im Stachel verläuft, nach unten abzuschließen. Die Stechborsten ragen frei am Unterleibe hervor von 4,66 mm bis zu 3,60 mm. Die Schienenrinne zeigt auf diesem Stadium in ihrem Endteile nicht einmal mehr einen Verwachsungsstreifen, sondern besteht aus einem einzigen Stücke und läßt schon hier den hufeisenförmigen Querschnitt erkennen, den sie von jetzt ab wenigstens in dem größeren Teile ihres Verlaufes auf allen weiteren Stadien beibehält. Sie liegt frei unter dem Unterleibe von 4,66 mm bis zu 3,60 mm.

Die Stachelscheiden erscheinen hier vertikal am Unterleib herabhängend, ziemlich lang und in ihrer Gestalt bereits sehr an die erwachsene Stachelscheide erinnernd; auch an einem anderen Exemplar derselben Entwickelungsstufe finde ich dasselbe Verhalten. Bemerkenswert ist auf diesem Stadium auch die eigentümliche Kannelierung der neben dem vorderen Theile der Schienenrinne beiderseits verlaufenden Wülste; da sie nach hinten in die Stachelscheiden ausgehen, so können sie nichts anderes sein, als die Anlage der sogen. oblongen Platte; die äussere Hälfte dieser Kannelierung deutet die Anlage der sog. quadratischen Platte an, die von jener nach aussen liegt. Die Schmierdrüse habe ich hier nicht auffinden können, vielleicht ist sie bei Anfertigung des Präparates weggespült worden. Die bei der Besprechung des vorigen Stadiums erwähnten Muskeln zeigen sich auch hier an der entsprechenden Stelle, d. h. kurz hinter dem Punkte, wo die Giftblase in die Schienenrinne einmündet.

Zwölftes Stadium. Größte beinlose Larve. Querdurchm. etwa 4 mm.

Vom Geschlechtsapparat zeigen sich entwickelt: 1. die paarigen Eiröhren, 2. die paarigen Eileiter, 3. der unpaarige Uterus, 4. die unpaarige Scheide. Die erste Andeutung der Eiröhren findet sich 3,02 mm vom Hinterleibsende entfernt; dieselben sind von da nach vorn über eine Erstreckung von 1,12 mm zu verfolgen. Sie liegen oberhalb des Darmes rechts und links und stellen sich jederseits dar als eine Anzahl von wenigen (4—5) Schläuchen, von einer gemeinsamen Hülle umgeben und so gewissermaßen eine Art spindelförmiges Packet darstellend. Die Schläuche enthalten Eikeime in verschiedenen Entwickelungsstufen. Alle Schläuche münden mit ihren unteren Enden in einen gemeinsamen Kanal, den Eileiter, der von den aufeinanderfolgenden Schnitten nach und nach in seiner ganzen Länge getroffen wird, so daß man, wenn man sich alle Schnitte auf eine Bildebene projiziert denkt, das zusammenhängende Bild des Eileiters samt seinen unteren Erweiterungen erhält. Die beiden Eiröhrenpackete neigen nach oben zusammen unter einem Winkel von 45—50° und verschmelzen hier, über dem Darme, schließlich miteinander unter Vermittelung eines unpaaren Zwischenstückes, in welchem Eikeime nicht auftreten. Die Durchschnitte der Eiröhren sind zu verfolgen auf eine Erstreckung von 0,38 mm; dann erscheint auf den Schnitten nur noch das unpaare Zwischenstück, das als runder, immer kleiner werdender Vollstrang auf eine weitere Erstreckung von 0,78 mm zu sehen ist und das ich auch an anderen Exemplaren derselben Entwickelungsstufe nachzuweisen vermag. Die Eileiter steigen als zarte Kanäle beiderseits des Darmlumens herunter und münden zunächst in die beiden Erweiterungen, die schon auf sehr frühen Stadien auftreten; sie vereinigen sich nach unten zu einem unpaaren, birnförmigen Sacke mit ziemlich enger unterer Oeffnung. Dies ist der Uterus; seine beiden nach oben erweiterten Fortsätze, die sich dann in die beiden Eileiter verjüngen, könnte man die Uterushörner nennen; jedes derselben besteht aus einem oberen und einem unteren Teile, die bei gleicher Größe des Lumens durch eine senkrecht zur Richtung des Hornes stehende Scheidewand getrennt sind. Nach unten steht der Uterus durch die erwähnte ziemlich enge Öffnung in Verbindung mit der Scheide, die auch hier wieder die schon erwähnte Querspalte bildet. Die Querspalte ist undeutlich ausgebildet und sieht aus, als wenn sie im Vergleiche zu dem vom vorigen Stadium bekannten Befunde in Verkümmerung be-

griffen wäre. In den Uterus mündet von unten her das Receptaculum seminis, zu verfolgen auf eine Entfernung von 0,18 mm, jedoch an seinem Hinterende auf eine Entfernung von 0,04 mm kein Lumen mehr zeigend. Neben dem R. s. läuft rechts und links ihm ganz nahe, und zwar auf eine Entfernung von 0,08 mm, je ein viel kleinerer Strang, der kein Lumen zeigt. An der Stelle, wo das R. s. in den Uterus mündet, findet sich hier der erste Durchschnitt des Vorderendes der Stechborsten. Eine genaue Analyse der von hier nach hinten aufeinanderfolgenden Schnitte ergiebt, daß jede Stechborste an ihrem Vorderende in einen nach oben gekrümmten Bogen auslaufen muß. Eine Andeutung dieses Verhaltens findet sich schon auf den beiden vorhergehenden Stadien, doch ist dasselbe erst hier unzweifelhaft festzustellen. Die beiden Stechborsten verlaufen bekanntlich in der Längsachse des Körpers, unsere Schnitte dagegen liegen in der Querebene desselben. Um sich nun das betreffende Verhalten zunächst an einem Modell deutlich zu machen, denke man sich einen halbkreisförmigen Holzreifen mit senkrecht stehendem Durchmesser durch Schnitte getroffen, welche parallel mit diesem und zugleich senkrecht zur Fläche des Halbkreises stehen. Alle solche Schnitte, welche nötig sind, um vom Tangentialschnitte aus die ganze Dicke des Reifens wegzunehmen, treffen den Reifen nur einmal und schneiden von ihm jedesmal ein Stück ab, dessen Kontur um so länger ausgezogen erscheint, je weiter diese Schnitte in die Dicke des Reifens eindringen; diejenigen Schnitte dagegen, welche über den letzten derartigen Schnitt hinaus nach dem Centrum zu liegen, zeigen eine zweifache Kontur, eine obere und eine untere, dazwischen einen freien Raum, und zwar die beiden Konturen um so weiter auseinander weichend, je näher die Schnitte dem Centrum liegen. Dies nun ist im wesentlichen auch das Verhalten, welches die vorliegenden Schnitte zeigen, wobei man nur zu berücksichtigen hat, daß sich die Verhältnisse, da es sich um zwei symmetrisch liegende Teile handelt, auch symmetrisch wiederholen: zuerst also jederseits der Medianlinie, nur durch eine schmale Spalte getrennt, eine einfache langgezogene Kontur, dann jederseits zwei Konturen, eine obere und eine untere, nach und nach weiter auseinander tretend. Von dem Punkte, wo der aufwärts gerichtete Bogen sein oberes Ende erreicht, nach hinten zu zeigen die Schnitte natürlich nur noch die Kontur, welche den Durchschnitt der eigentlichen Stechborste darstellt. Ein ähnliches Verhalten wie die Stechborsten zeigt nun die Schienenrinne, und zwar in den nach

hinten unmittelbar darauf folgenden Schnitten, es hat also auch die Schienenrinne ähnliche Bögen wie die Stechborsten, und diese Bögen der Stechborsten liegen denen der Schienenrinne nach vorn unmittelbar an. In der That liefert die Besichtigung mit der Lupe am herausgenommenen Stachelapparat eines erwachsenen Tieres dasselbe Ergebnis. Da diese Bögen (der Schienenrinne wie der Stechborsten) in der Region der vorletzten Tracheenquerbrücke liegen, so gehören sie dem 12. Segmente an. Das hintere Ende der Stechborsten liegt bei 1,84 mm, ihr vorderes Ende da, wo das R. s. in den Uterus mündet. Das hintere Ende der Schienenrinne liegt bei 1,74 mm, ihr vorderes Ende 0,14 mm hinter dem der Stechborsten; das hintere Ende der Stachelscheiden liegt bei 1,60 mm, ihr vorderes Ende bei 2,03 mm; von dem Wulste, in den jede der Stachelscheiden nach vorn ausläuft, gliedert sich hier deutlich ein nach außen davon etwas höher liegender und schräg nach unten gegen die Medianlinie zu laufender Lappen ab. Die Anlage der sogen. quadratischen Platte ist hier unverkennbar.

Von der Giftdrüse zeigt sich die Giftblase auf eine Erstreckung von 0,34 mm (1,90—2,24) als ein Lumen von elliptischem Querschnitt; von 1,90 mm nach hinten ist auf eine Entfernung von 0,36 mm ein kreisrunder Kanal mit viel kleinerem Lumen als die Giftblase zu sehen; es bleibt sich bis zuletzt an Größe gleich, während das der Giftblase in der Mitte am größten ist und von da nach beiden Seiten abnimmt. Es ist das der am vorderen Ende der Giftblase in dieselbe einmündende Drüsenschlauch, der auf diesem Stadium noch ungeteilt bleibt. Daß der vordere Teil der Giftdrüse hier scheinbar nach hinten von der Giftblase liegt, rührt wohl daher; daß der Drüsenschlauch sich zwischen Giftblase und Darm mannigfach hin und her schlängelt, ein Verhältnis, welches auch das erwachsene Tier zeigt. Genau an der Stelle, wo der Hals der Giftblase sich vertikal abwärts biegt, zeigt sich unmittelbar über demselben ein kreisrundes Lumen von gleichem Durchmesser, wie ihn hier der Hals hat. Der durch dieses Lumen angedeutete Kanal erstreckt sich von hier aus, unmittelbar über dem Hinterteile der Giftblase parallel mit diesem bleibend, über eine Entfernung von 0,22 mm nach vorn, um sodann in den Giftweg einzumünden. Es ist dies wieder die sog. Schmierdrüse.

Das R. s. ist 0,16 mm lang und mündet von hinten her in den Eiergang an der Stelle, wo die Eileiter mit ihm in Verbindung treten. Sehr deutlich ist auf diesem Stadium zu sehen, daß

einerseits der Weg für die Geschlechtsprodukte, andererseits die Schienenrinne miteinander in offener Verbindung stehen. Nachdem die Stachelscheiden mit dem Unterleibe rechts und links von der Medianlinie verwachsen sind, lassen sie zwischen sich eine breite Furche, in welcher die Schienenrinne mit den Stechborsten unter ihr frei verläuft, bis sich aus der freien Schienenrinne durch Verwachsung derselben mit dem Unterleibe eine zweite, aber enge und tiefe Furche gebildet hat, die von oben den Hals der Giftblase aufnimmt und nach vorn mit dem Eiergange in Verbindung steht.

Dreizehntes Stadium. Deutlich in Kopf, Brust und Hinterleib gegliedert, aber der Hinterleib noch nicht so völlig abgeschnürt wie beim erwachsenen Tiere. Das Tier ganz gerade gestreckt. Querdurchm. etwa 4 mm.

Am Geschlechtsapparat fehlt der Uterus, der auf dem vorigen Stadium deutlich ausgebildet war. Die Hörner des Uterus dagegen sind vorhanden und ihre Durchschnitte auf eine Erstreckung von 0,58 mm zu verfolgen. Auch von der breiten Querspalte der Scheide ist nur noch ein ganz undeutlicher Rest zu sehen, den man als solchen erst erkennt, wenn man die Verhältnisse der betreffenden Stelle mit den an der gleichen Stelle beim zehnten Stadium vorkommenden vergleicht. Die Ausbildung eines Uterus würde stattfinden können, wenn sich seine Hörner an derjenigen Stelle, wo das R. s. in den Weg der Geschlechtsprodukte einmündet, bis zu diesem selbst schräg nach unten konvergierend fortsetzten; dasselbe, hier 0,31 mm lang, würde dann, wie beim zwölften Stadium, in den Uterus selbst einmünden. Die Bildung der Scheide aber wird hier dadurch verhindert, daß der Raum, welchen sie zu beanspruchen haben würde, durch die vorderen Enden der Stechborsten ausgefüllt ist. Die Stechborsten, im hinteren Ende ihres Verlaufes von 0,96 mm bis 1,96 mm unter dem Hinterleibe liegend, treten von 1,96 mm ab unter den Ventralteil eines Segmentes und ziehen sich somit in den Körper des Tieres ganz zurück.

Die Giftblase liegt zwischen 1,64 mm und 2,00 mm, etwas rechts von der Medianlinie und höher als der Boden der Schienenrinne, so daß ihr Hals sich schräg links nach unten zu wenden hat, um auf dem Boden der Schienenrinne einzumünden. Auch hier verläuft scheinbar hinterwärts, in Wirklichkeit aber, da er sich zurückbiegt, nach vorwärts von ihr ein Kanal mit überall gleichgroßem, kreisrundem Lumen auf eine Länge von 0,44 mm;

es ist dies der Drüsenschlauch, der auch hier noch ungeteilt bleibt. Die Schmierdrüse beginnt unmittelbar über der Stelle, wo der Hals der Giftblase in die Schienenrinne eingetreten ist und erstreckt sich von hier aus, parallel mit derselben verlaufend, 0,20 mm nach vorn, um dann in die Schienenrinne einzumünden. Die Stachelscheiden ragen frei unter dem Unterleibe hervor von 1,38 mm bis zu 0,88 mm; von da nach vorn sind sie mit dem Unterleibe verwachsen. Sie begleiten in Gestalt der schon bei früheren Stadien erwähnten Wülste die Schienenrinne in ihrem ganzen Verlaufe. Auch hier ist, wie auf dem vorigen Stadium, in der Kannelierung der Wülste eine zweifache Anlage nicht zu verkennen. Wo die Schienenrinne nach vorn zu aufhört, haben auch sie sich so verflacht, daß sie in der Umgrenzungsfläche des Hohlraumes, in welchem die Stechborsten liegen, nicht mehr zu bemerken sind. Die Schienenrinne ragt von 1,86 mm bis zu 0,57 mm frei unter dem Unterleibe hervor, verwächst von da nach vorn mit dem Unterleibe in zwei Hälften und bildet so eine tiefe Rinne, welche bis 2,26 mm reicht. Ihr Querschnitt ist, vom Hinterende angefangen, erst elliptisch, dann birnförmig mit dem verjüngten Teile nach oben, darauf stumpf deltoidisch mit dem stumpfen Winkel nach oben, endlich spitzdeltoidisch mit einer Spalte in der Mitte ihres ventralen Teiles, die aber nicht weit genug dorsalwärts reicht, um die Querschnittfigur in zwei symmetrische Hälften zu zerlegen.

Vierzehntes Stadium. Das Tier äußerlich völlig entwickelt, aber noch keine Spur von Chitinisierung. Querdurchmesser wie beim erwachsenen Tiere.

Die Anlage der Geschlechtsorgane ist nach vorn zu verfolgen bis 5,14 mm und zwar zuletzt auf eine lange Strecke als der bei Gelegenheit des vorigen Stadiums bereits beschriebene Vollstrang. Die nach hinten von diesem Vollstrange liegenden Eiröhrenpackete, auf dem vorhergehenden Stadium mehr im Flächenschnitte getroffen, so daß man an günstigen Schnitten auch noch ein Stück der Eileiter sehen konnte, erscheinen hier mehr im Querschnitte ihrer Eiröhren, ebenso auch die Eileiter, die demgemäß auf eine lange Strecke durch zwei mehr oder weniger runde Lumina vertreten sind; dieselben steigen nach hinten zu von den Eiröhrenpacketen aus, welche über dem Darme dicht bei einander liegen, am Darme schräg abwärts, kommen schließlich unter denselben zu liegen, wobei sie zunächst noch mehr auseinander rücken, um sich dann, indem sie immer tiefer herabsteigen, einander wieder immer mehr zu nähern, dabei werden sie erst immer größer und deutlich elliptisch (die

gleichsinnigen Achsen der Ellipsen nach unten zusammenneigend unter einem sehr spitzen Winkel), dann aber nehmen sie wieder an Grösse ab, bis sie endlich dicht über dem letzten Bauchganglion liegen; indem sie jetzt noch tiefer herabrücken, vereinigen sie sich schließlich bei 2,57 mm zu einem einzigen, sehr ansehnlichen Lumen, dessen Wände sich stark verdicken und zu beiden Seiten von Längsmuskeln begleitet werden. Dies ist der schon auf früherem Stadium konstatierte Eiergang. Schon dicht vor der Vereinigung zeigen übrigens die beiden getrennten Hälften starke Muskulatur. Daß das neu entstandene Lumen aus zweien verschmolzen ist, sieht man anfänglich noch an den schräg nach oben ausgezogenen Hörnern desselben: sein Querschnitt ist zuerst annähernd mondsichelförmig, mit der Konkavität nach oben; jedoch ist die konvexe Seite der mondsichelförmigen Figur nicht gleichmäßig gerundet, sondern erscheint mehr wie die untere Hälfte eines liegenden Rechtecks, dessen Ecken abgerundet sind. Dieser Gang erstreckt sich ungeteilt nach hinten bis zu 2,20 mm; von hier ab tritt beiderseits neben ihm je eine Spalte auf, die sich bald mit dem Gange vereinigt, so daß ein ┬-förmiger Querschnitt erscheint. Die beiden äußersten Punkte der Flügel dieser ┬-förmigen Figur treten dann mit dem Fuße des ┬ in Verbindung, so daß die beiden nasenartig in den rechten Winkel der ┬-Figur einspringenden Stücke sich nunmehr auch auf der Seite, auf welcher sie noch mit dem Unterleibe verwachsen waren, von diesem loslösen und so ganz frei in den auf diese Weise entstehenden Hohlraum zu liegen kommen. Der Hohlraum hat anfänglich ungefähr einen bikonvexen Querschnitt; bald aber bildet sich an der dorsalen Konvexität in der Medianlinie eine nach unten geöffnete Furche, deren Ränder sich nach und nach etwas erhöhen,. Diese Furche oder Rinne wird jederseits begleitet von einer zweiten, welche nach und nach tiefer wird als die mittlere; dann biegt sich der Grund der beiden Seitenfurchen wagerecht nach der Medianlinie um, und es vereinigen sich die beiden Furchen zu einer einzigen Rinne, in welcher nunmehr frei die ursprüngliche Furche als zweite nach unten geöffnete, mit doppelter Wandung versehene und im Inneren hohle Rinne liegt. Diese Rinne ist nunmehr bis zur Hinterleibsspitze zu verfolgen. Gegen ihr Ende zu wird sie immer flacher und schmaler. Zuletzt erscheint ihr Querschnitt als eine horizontal liegende flachgedrückte Ellipse. Diese unten geöffnete und auf diesem Stadium nirgends mehr aus zwei Hälften bestehende Rinne ist die sogen. Schienenrinne; in ihr gelangt das

Gift aus dem Halse der Giftblase, in der es nach seiner Entstehung in den Giftdrüsenschläuchen aufgesammelt wird, bis in die Spitze des Hinterleibes, um hier auszufließen. Damit das Gift in ihr seinen Weg nehmen kann, muß sie nach unten verschlossen werden. Wie dies geschieht, soll sogleich gezeigt werden. Suchen wir jedoch zuvor auf diesem Stadium noch die Giftdrüse, die sog. Schmierdrüse und das Receptaculum seminis.

Am weitesten nach hinten mündet von ihnen die Giftdrüse, nämlich bei 1,84 mm; von hier nach vorn zieht über die Schienenrinne ein feiner Kanal hin, dessen Lumen bis etwa zu 2,20 mm gleich groß bleibt, während es von da ab sich allmählich bis auf das 3—4-fache des ursprünglichen Durchmessers erweitert, um sich später wieder, und zwar ganz plötzlich, auf weniger als den ursprünglichen Durchmesser zu verjüngen. Der erweiterte Gang reicht von etwa 2,20 mm bis zu 2,63 mm, das verjüngte Vorderende biegt sich hier scharf dorsalwärts in die Höhe, es ist etwa 0,16 mm lang. Die sog. Schmierdrüse gliedert sich bei 1,94 mm von dem Boden der Schienenrinne ab, an der Stelle, wo derselbe nach vorn flach ausläuft, und schiebt sich zwischen diesen und den Giftweg ein, so daß ein Medianschnitt an dieser Stelle zu unterst den auf S. 24 erwähnten Hohlraum, darüber die sog. Schmierdrüse und über dieser den Giftweg zeigen würde. Die sog. Schmierdrüse ist 0,45 mm lang.

Das Receptaculum seminis mündet als ein äußerst feiner Kanal bei 2,28 mm dorsalwärts in den Eiergang ein. Dieser Kanal liegt in einer Länge von 0,18 mm nach hinten dem Eiergange auf. Die auf S. 24 erwähnten, frei in dem aus dem Eiergange entstehenden Hohlraum liegenden Stücke begleiten von da ab, wo die Schienenrinne in der dorsalen Konvexität des Hohlraumes entsteht, diese nunmehr bis zu ihrem Hinterende, indem das rechte Stück unter dem rechten Rande der Rinne, das linke unter dem linken verläuft; nach hinten verjüngen sie sich nach und nach in dem Maße, wie sich auch die Schienenrinne verjüngt. Die in der Medianlinie einander zugekehrten Flächen dieser Stücke sind eben, so daß, wenn die beiden Stücke aneinandergerückt werden, dieselben genau aneinander passen und so gewissermaßen ein einziges Stück bilden. Außerdem aber hat jedes Stück an seiner oberen, der Schienenrinne zugekehrten Seite einen Falz, welcher bestimmt ist, eine diesen Falz genau ausfüllende Leiste der Schienenrinne in sich aufzunehmen, so daß, wenn man sich die beiden Stücke in der Medianlinie aneinandergelegt und in

dieser Lage nach oben an die Schienenrinne angedrückt denkt, ein geschlossener Kanal entsteht, der dorsal und lateral von der Schienenrinne, ventral dagegen von den beiden erwähnten Stücken begrenzt wird. Dieser Kanal gehört dem Stachel an, er leitet das Gift nach außen. Die beiden ihn ventral begrenzenden Stücke sind die beiden Stechborsten. Man vergleiche zu dieser Darstellung das Bild bei Kraepelin (l. c. Taf. XV, Fig. 10 und 11). Nur ist zu bemerken, daß weder die beiden Falze, noch die beiden Leisten auf unserem Stadium so scharf ausgeprägt sind, wie auf dem Bilde aus Kraepelin's Arbeit; es liegt das daran, daß die Chitinisierung hier noch nicht eingetreten ist; bei dieser wird gewissermaßen an die Konturierung der Oberflächen die letzte Hand gelegt. Aber zu erkennen sind Falze und Leisten ganz unzweifelhaft. Übrigens ist beim völlig chitinisierten Tiere die Leiste noch weit zierlicher, als es nach diesen Figuren erscheint, und so entsprechend auch der Falz. Der Stachel wird rechts und links begleitet von je einer Stachelscheide, so daß also auf den nach dem Hinterende des Stachelapparates gelegenen Querschnitten regelmäßig fünf Stücke auftreten, natürlich nach hinten zu immer kleiner werdend. Die Stachelscheiden ragen frei hervor von 0,89 mm an bis zur Spitze des Hinterleibes, wo sie noch auf dem letzten Querschnitte zu sehen sind. Von 0,89 mm nach vorn zu verwachsen sie in der Medianlinie unter sich und mit dem Unterleibe und zwar so, daß zunächst eine geräumige Furche mit schrägen Wänden entsteht, deren Ränder eben die angewachsenen Stachelscheiden bilden. Es ist dies wieder die Anlage der beiden oblongen Platten. An die Ränder dieser Furche setzt sich nach außen und oben je ein zweiter, weit kleinerer Wulst an: die Anlage der quadratischen Platten. In dieser Furche liegt der dreiteilige Stachel (Schienenrinne und Stechborsten) geborgen. Ventralwärts wird die Furche und der nach außen und oben sich an sie ansetzende kleinere Wulst begrenzt von einem zum eigentlichen Unterleibe gehörigen Stücke; unter dasselbe schiebt sich später noch der Ventralteil eines Hinterleibssegmentes, der, aus breitem Grunde rasch schmäler werdend, in eine freie, am Hinterende gespaltene Spitze ausläuft.

Fünfzehntes Stadium. Das Tier äußerlich völlig entwickelt, ebenfalls noch nicht chitinisiert. Querdurchm. wie beim vor. Stadium.

Die Anlage der Geschlechtsorgane bietet nichts Bemerkenswertes. Dagegen zeigt sich an der Stelle, wo der Giftkanal in die Schienenrinne einmündet, auf diesem Stadium eine solche Ver-

dickung seiner Wandungen, wie sie auf keinem der vorhergehenden Stadien zu beobachten war. Das Lumen des Kanals ist an seiner Mündung halbmondförmig, die beiden Hörner der halbmondförmigen Figur sind ventralwärts gerichtet. Die Verdickung ist dorsalwärts stärker als ventralwärts und begleitet den Kanal nach vorn bis zu dem Punkte, wo er in die Giftblase übergeht. Die Giftblase zeigt keine Muskulatur. Giftblase und Giftkanal sind hier auf eine Strecke von 1,88 mm zu verfolgen, wovon auf den Giftkanal etwa 0,64 mm kommen; die Giftblase ist ansehnlich groß; an ihrer breitesten Stelle hat sie einen Durchmesser von 1,6 mm. Die sog. Schmierdrüse und das Receptaculum seminis sind deutlich zu erkennen, bieten aber nichts Bemerkenswertes. Auch die Schienenrinne zeigt ein abweichendes Verhalten gegen das des vorigen Stadiums. Während sie dort an ihrem vorderen Teile nicht wesentlich breiter ist, als gegen das Hinterende hin, nimmt sie hier im vorderen Drittel ihres Verlaufes bis etwa auf das 3—4fache der ursprünglichen Breite zu, und da hiermit zugleich eine Zunahme in der Höhe verbunden ist, etwa auch auf das 3fache, so kann man wohl von einer kolbenförmigen Verdickung des vorderen Teiles reden: wir haben hier die Anlage des sog. Kolbens vor uns. Während ferner die Schienenrinne im vorderen Ende ihres Verlaufs sich mit ihrem dorsalen Teile an den Unterleib angewachsen zeigte, tritt sie hier fast gleich von Anfang an von demselben abgelöst auf; nur ihre Seitenwände sind im vorderen Teile ihres Verlaufes auf eine Entfernung von 0,11 mm mit dem benachbarten Teile des Unterleibes verwachsen, so daß sich oberhalb des Giftkanals auf eine Entfernnng von 0,10 mm ein besonderes sichelförmiges Lumen abschnürt, dessen Konkavität dem Giftkanal zugekehrt ist, und das weiter nach hinten, indem sich nunmehr die Schienenrinne ganz vom Unterleibe abhebt, in offener Verbindung mit der großen, die eigentliche Schienenrinne nach außen umgebenden Furche steht: erste Andeutung des sog. Rinnenwulstes, und gleichzeitig auch des Gabelbeins; aber beide noch nicht von einander differenziert. Die Ränder dieser Furche lassen auch hier die Anlage der oblongen und der quadratischen Platte erkennen. Die Wandungen der Schienenrinne sind im vorderen Teile ebenfalls verdickt, lassen aber zwischen sich einen der äußeren Kontur der Rinne folgenden spaltenförmigen Hohlraum; der Spalt ist am vorderen Teile der Schienenrinne äußerst eng, erweitert sich aber, je mehr er sich dem Hinterleibsende nähert.

Sechzehntes Stadium. Das Tier äußerlich völlig entwickelt, mit den ersten Anfängen der Chitinisierung, die sich unter dem Mikroskope darin zeigt, daß auf den Schnitten die Konturen der einzelnen Teile sehr scharf werden. Behaarung noch fast völlig fehlend, am Rinnenwulst jedoch vorhanden.

Die Schienenrinne liegt hier im überwiegend größten Teile ihres Verlaufs frei am Unterleibe (auf 2,00 mm); nur am vordersten Ende ist sie auf wenige μ mit demselben seitwärts verwachsen. Die Giftblase ist nicht mehr von einfach elliptischer Gestalt, sondern ihre Kontur verläuft vielfach in Ausbuchtungen. Ihre Cuticula ist deutlich zu einer Chitinauskleidung umgebildet. Muskeln sind an der Giftblase nicht aufzufinden, dagegen am Giftkanal. Dieser verjüngt sich allmählich aus der Giftblase und wendet sich bald nach seinem Austritte aus derselben steil abwärts, dann verläuft er auf eine Entfernung von 0,07 mm horizontal, ehe er in die Schienenrinne eintritt; er ist in seinem ganzen Verlaufe ebenfalls chitinisiert. Bei seinem Eintritt in die Schienenrinne verliert er seine Wandung, und es bildet nunmehr der Boden der Schienenrinne selbst die seitliche Wandung und die obere des Giftwegs; den unteren Abschluß des Giftwegs aber bilden von jetzt ab die Stechborsten, hier sehr deutlich mit der Rinne, welche bestimmt ist, den jedem der beiden Unterenden der Schienenrinne etwas seitlich nach innen aufsitzenden Falz aufzunehmen. Auf jeder Stechborste zeigt sich in ihrem vorderen Drittel ein dorsalwärts gerichteter Aufsatz, die erste Anlage des sog. Hemmblattes. In demjenigen Teile ihres Verlaufes, der nach vorn zu vom Kolben liegt, biegen sich die Stechborsten nach auswärts und aufwärts und endigen an einem Stücke, das zwischen quadratischer und oblonger Platte liegt, dem sog. Winkel; der Boden der Schienenrinne, der im Kolben die dorsale Wand der Rinne fast berührt, wird nach hinten zu an der Stelle, wo der Kolben in den eigentlichen Stachelteil der Schienenrinne sich verjüngt, plötzlich flach, so daß sich damit auch der Giftweg verengt. Beim Hervortreten des Giftes hat dies die Folge, daß dasselbe mit großer Gewalt durch die verengte Öffnung hindurchgepreßt und so die Umgebung des Wundkanals auf eine weit größere Entfernung mit Gift injiziert wird, als dies bei einer weiten Öffnung der Fall sein würde. So erklärt sich auch der im Vergleich zur Stechwunde sehr erhebliche Schmerz, den ein Bienenstich verursacht, offenbar ein ganz zuverlässiges Mittel, um die Schutzwirkung des Giftapparates zu erhöhen. Zur Schmerzhaftigkeit der Wunde trägt vielleicht auch die Natur des

Giftes bei, von dem nach neueren an den Brennhaaren von Pflanzen angestellten Untersuchungen vermutet werden darf, daß es nicht reine Ameisensäure sei, wie früher geglaubt wurde, sondern vielleicht eine Verbindung von Ameisensäure mit einem Enzym. Solche Enzyme scheinen bei den Hymenopteren verbreiteter zu sein. So führt man ja z. B. auch die durch Gallwespen erzeugten Gallen auf die Wirkung eines Enzyms zurück.

Nach hinten und unten von der Giftblase liegen hier zu beiden Seiten der Medianlinie je zwei Platten, welche den Stachelapparat in seinem vorderen kolbenförmig erweiterten Teile bis über die Hälfte der ganzen Erstreckung desselben bedecken: zu äußerst die sog. quadratische Platte, die nach vorn mit dem Scheitel des sog. Winkels artikuliert, der seinerseits an das verbreiterte Vorderende einer Stechborste stößt, zwar nicht an ihr gelenkend, aber als ein besonderes Stück deutlich erkennbar; nach innen von der quadratischen Platte in derselben Richtung die sog. oblonge Platte, mit der ihrem Hinterende aufsitzenden membranösen Stachelscheide. Auch findet man hier zwischen dem oberen Teile der beiden oblongen Platten über dem Giftkanal das schon bei Besprechung des vorigen Stadiums erwähnte Lumen, von ein wenig verändertem Querschnitt, aber auf dieselbe Weise entstanden wie dort. Unmittelbar dem Lumen des Rinnenwulstes aufliegend erscheint am vorderen Ende des Kolbens in der Mittellinie der Durchschnitt eines chitinösen Stückes, zuerst rundlich, dann nach und nach dorsoventral verlängert, schließlich in zwei wenig verbreiterte Enden auslaufend, die unter einem Winkel von etwa 45^0 aneinander stoßen. Denkt man sich die Reihe der Durchschnitte dieses Stückes auf eine Ebene projiziert, so erhält man das Bild eines Gegenstandes mit einem unpaaren Stiele und zwei von demselben ausgehenden Schenkeln. Dies ist das sogen. Gabelbein. Es ist schräg nach vorn und unten gerichtet und von Anfang bis zu Ende gleichmäßig gekrümmt. Seine Krümmung folgt im wesentlichen dem vorderen oberen Teile der Längskontur des Rinnenwulstes.

An diese Stücke nun setzen sich die den Stachelapparat regierenden Muskeln an.

Zuerst ein schwacher Muskel, voll im Längsschnitt getroffen, der vertikal von der Stelle, wo Winkel und quadratische Platte aneinander stoßen, zum Rückensegment emporsteigt;

ein zweiter, sehr kräftiger, voll im Querschnitt getroffen, annähernd horizontal und zur Medianlinie parallel verlaufend, den

hinteren oberen Rand der quadratischen Platte mit demjenigen Teile des Winkels verbindend, vermittels dessen sich dieser an den Stechborstenschenkel ansetzt;

ein dritter, schwächerer, ebenso getroffen, auch annähernd horizontal und zur Medianlinie parallel, aber etwas tiefer als der vorige, vom oberen hinteren Innenrande der quadratischen Platte zum vorderen Drittel der oblongen Platte sich erstreckend;

ein vierter, etwas schräg getroffen, der zwischen der Stelle, wo der Winkel mit der quadratischen Platte artikuliert, und dem hinteren Drittel der oblongen Platte unter einem Winkel von etwa 20° gegen die Medianlinie verläuft;

ein fünfter, welcher sich an den unpaaren Ast des Gabelbeins ansetzt und von da, um den Rinnenwulst sich herumbiegend, sich an die oblonge Platte begiebt. Da seine Faserzüge demgemäß nicht in gerader Richtung verlaufen wie die der übrigen Muskeln, so erscheinen sie natürlich auch in verschiedenen Richtungen getroffen, teils längs, teils quer, teils in Richtungen, welche zwischen längs und quer liegen. Er sendet eine Abzweigung seiner obersten, sich an das Hinterende des Gabelbeins ansetzenden Fasern an eine Stelle, die man ebenso gut für den unteren vorderen Rand der quadratischen Platte, wie für den oberen Rand der oblongen Platten halten könnte. Ein Vergleich mit dem Verhalten desselben Muskels bei den übrigen untersuchten Tieren ergiebt, daß er sich am oberen Rande der oblongen Platte inseriert;

ein sechster Muskel, quer getroffen, fast ebenso kräftig als der zweite, verläuft ebenfalls zu beiden Seiten des Rinnenwulstes, aber, dicht an demselben anliegend, gleichsinnig mit dessen Richtung, etwas weiter nach hinten, als der fünfte Muskel und ebenfalls am Gabelbein beginnend. Da, wo das unpaare Hinterende des Gabelbeins im Schnitte zuerst getroffen wird, sieht man ihn unter dem fünften Muskel hinlaufen, so daß hier der Rinnenwulst deutlich von einem Quer- und einem Längsmuskel überlagert erscheint. Das andere Ende des Muskels liegt an der Stelle, wo die oblonge Platte in die Stachelscheide übergeht;

ein siebenter Muskel, quer getroffen, verläuft am oberen Rande der quadratischen Platte von vorn nach hinten, also annähernd horizontal und zur Medianlinie parallel;

ein achter Muskel, sehr schwach, anfänglich nur aus wenigen Fasern bestehend, quer getroffen, läuft vom hinteren oberen Rande der quadratischen Platte (sich unmittelbar über dem zweiten Muskel inserierend) zur Verbindungsmembran derselben mit der letzten

Rückenschiene, etwa parallel der Medianlinie des Körpers schräg nach vorn und oben und geht nach und nach in zwei Muskeln auseinander. Er hält sich in seinem ganzen Verlaufe dicht an der Innenseite des unter 1. erwähnten Muskels;

ein neunter Muskel, quer getroffen, im Durchschnitt oval, erstreckt sich nach vorn jederseits zwischen dem unteren Ende des paarigen Gabelbeinastes und einem Punkte unmittelbar über dem oberen Rande der Scheidenspalte. Die Scheidenspalte ist dort stark nach unten gewölbt, derart, daß ihr Querschnitt zwei sehr steil absteigende Schenkel, unten verbunden durch einen wagerechten, zeigt. Dort, wo die steil absteigenden Schenkel mit dem wagerechten zusammenstoßen, liegt in derselben Querebene, die nebeneinander die senkrecht emporsteigende sog. Schmierdrüse und den ebenso emporsteigenden Giftkanal zeigt, das Vorderende des Muskels. Dieser liegt also fast parallel zur Längsachse des Körpers, nur mit dem Hinterende derselben etwas näher als mit dem Vorderende, in einem Winkel von etwa 5^0 gegen dieselbe geneigt;

ein zehnter Muskel dient zur Aufhängung des Giftkanals am vordersten Ende der Schienenrinne. Er soll bei Vespa crabro näher beschrieben werden, da er dort wegen der Größe des Tieres deutlicher ausgebildet ist. Bei A. besteht er nur aus wenigen Fasern, die von den beiden Seiten des Giftkanals schräg nach abwärts gehen;

ein elfter Muskel verbindet die Hörner der Schienenrinne mit den Bögen derselben.

Siebzehntes Stadium. Das Tier äußerlich völlig entwickelt, die Chitinisierung weiter fortgeschritten. Sie hat ergriffen von Teilen des Abdomens: das Ende des Darmkanals, das Epithel der Körperwand, die Tracheen. Gleichzeitig mit der Chitinisierung tritt auch die Behaarung auf.

Zum anatomischen Befunde vermag ich hier nur wenig neues hinzuzufügen, obgleich dieses Stadium quer, längs und horizontal geschnitten wurde. Das vordere Ende des Kolbens trägt jederseits einen kleinen fingerartigen Fortsatz (Horn bei Kraepelin), der horizontal nach vorn gerichtet ist und sich dem Kolben ziemlich eng anlegt, jedoch nicht so weit reicht wie derjenige Punkt des Kolbens, der am weitesten nach vorn liegt. An ihm inseriert sich jederseits ein Muskel, der an den entsprechenden Bogen der Schienenrinne geht, wie ein Totopräparat des ganzen Stachelapparates das mit noch viel größerer Deutlichkeit zeigt als die betr. Schnittserie. Jeder Stechborste sitzt in ihrem vorderen Drittel

ein merkwürdiges Chitingebilde auf, dessen ziemlich komplizierter Bau am besten erkannt wird, wenn man eine Stechborste isoliert und es halb von der Seite betrachtet. Es soll alsbald näher beschrieben werden. An der konkaven, unteren, dem Kolben zugekehrten Seite des Rinnenwulstes tritt jetzt eine eigentümliche Behaarung auf; die Haare sind der Membran des Rinnenwulstes nicht eingelenkt, sondern erweisen sich als einfache Ausstülpungen aus derselben. Die Giftblase zeigt auch hier wieder eine Anzahl Ausbuchtungen, der Drüsenschlauch Durchschnitte wie beim erwachsenen Tiere.

Achtzehntes Stadium. Völlig erwachsenes, flugreifes Tier. Chitinisierung vollendet. Mit Schnittserien kommt man bei diesem Stadium nicht zum Ziele, da

1. das Chitin die Farbe nicht oder nur unvollkommen eindringen läßt,

2. dasselbe aber auch so spröde ist, daß höchst selten ein Schnitt gelingt. Anstatt das Messer eindringen zu lassen, giebt das Chitin elastisch nach, so daß das darunter liegende Gewebe gewöhnlich zusammengeschoben und in der störendsten Weise verzerrt wird. Es bleibt daher nichts übrig, als hier den Weg der Präparation mit Nadel und Skalpell einzuschlagen. Da dies schon von Kraepelin (l. c.) in mustergiltiger Weise geleistet ist, so ist von diesem Stadium eine Beschreibung zu geben nicht nötig; es sei hiermit auf seine Arbeit einfach verwiesen. Nur das sei festgestellt, daß wir die dort aufgeführten einzelnen Bestandteile des Stachelapparates auf unseren Schnitten sämtlich nachzuweisen und in ihrer Entstehung zu verfolgen vermocht haben. So:

die Schienenrinne mit ihrer kolbenförmigen Erweiterung, ihren Bögen und ihren Hörnern, die Stechborsten mit den ihnen aufsitzenden Hemmblättern, das Gabelbein, den Winkel, die quadratischen Platten, die oblongen Platten mit ihren hinteren Fortsätzen, den Stachelscheiden, den Rinnenwulst, die Muskeln des Stachelapparates, den Giftkanal, die sog. Schmierdrüse, die Giftblase und den Drüsenschlauch.

Nur die bei Kraepelin erwähnten 6 Höckerchen der Schienenrinne, sowie die 10 rückwärts gerichteten Sägezähne einer jeden Stechborste kann ich auf meinen Schnitten nicht nachweisen, da sie jedenfalls erst deutlich werden, wenn mit der sich vollendenden Chitinisierung auch die zartesten Erhebungen und Fortsätze der Körperoberfläche noch herausmodelliert werden. In Totopräparaten des Stachels beim erwachsenen Tiere sind natürlich auch sie aufzufinden. Dagegen war ich imstande, außer den von

Kraepelin erwähnten Muskeln noch 4 neue aufzufinden, den sechsten, siebenten, neunten und zehnten.

Über das einer jeden Stechborste in ihrem vorderen Drittel aufsitzende interessante Chitingebilde kann ich ausführlicher berichten, als Kraepelin dies gethan hat. Es zeigt nämlich ein Totopräparat der ganzen Giftdrüse samt dem Stachel, in der Horizontalprojektion gesehen, am dorsalen Teile des Kolbens eine scheinbare Öffnung, ähnlich als wenn von dem Kolben das obere Drittel abgetragen wäre, und zwar durch einen Schnitt, der im allgemeinen horizontal verlaufen und nur im vorderen Drittel des Kolbens wie über eine niedrige Schwelle in ein nur wenig tieferes Niveau eintreten würde. Daß dies aber wirklich nur Schein ist, zeigt sich, wenn man Stachelpräparate, die eingebettet diese scheinbare Öffnung aufweisen, von ihrem Einbettungsmittel befreit und in einer aufhellenden Flüssigkeit (z. B. Terpentinöl) betrachtet. Sie lassen dann dieselbe nicht mehr erkennen. Der Schein, als ob hier eine Öffnung vorhanden wäre, kommt dadurch zustande, daß gewisse im Innern des Kolbens verlaufende — sonst unwichtige — Konturlinien in der Horizontalprojektion das Bild einer schlanken, in der Mitte etwas zusammengezogenen und von da nach der Spitze zu ein wenig verschmälert verlaufenden Eilinie erzeugen. Im Innern des Kolbens nun zeigen sich gegenüber der Stelle, wo die Kontur dieser scheinbaren Öffnung die erwähnte Zusammenziehung zeigt, symmetrisch zur Medianlinie zwei hakenartige Gebilde, die in der Tiefe des Kolbens nahe den Seitenwänden desselben mit nach hinten gekrümmten Chitinspangen beginnend, sich nach oben und einwärts biegen, so daß sie hier sich in der Mittellinie mit ihren hakenförmig geknickten und dolchartig zugespitzten Enden aneinanderlegen. Diese hakenartigen Gebilde sind auf den Stechborsten aufgewachsen und gehören zu einem Hemmapparate, dem von Kraepelin — jedenfalls richtig — die Aufgabe zugeschrieben wird, für die Stechborsten beim Eindringen des Stachels in einen Fremdkörper die Grenze der Verschiebung zu normieren. Eine rechte Vorstellung von diesem Apparate erhält man erst, wenn man denselben in der Querrichtung des Körpers betrachtet, was Kraepelin versäumt zu haben scheint. Man sieht alsdann ganz deutlich, daß derselbe zunächst aus einem quer auf der Stechborste, ungefähr senkrecht nach oben stehenden, als ein besonderes Stück an sie angelenkten, nicht etwa einen Teil von ihr selbst bildenden Chitinstücke besteht, dessen Gestalt am ehesten vergleichbar ist mit der eines Baumblattes,

dessen beide Hälften ungleich groß und unter einen Winkel von 45° gegen einander geneigt sind, etwa wie wenn das Blatt in der Mittelrippe zusammengeknifft worden wäre. Das Blatt ist stiellos und sitzt auf der Stechborste — an der Stelle, wo sie sich am stärksten nach oben biegt — so, daß seine unteren Ränder auf derselben aufliegen; die Öffnung des Flächenwinkels, welchen die beiden Blatthälften mit einander machen, ist nach hinten gerichtet. Der scharfe Grat, den die beiden aneinanderstoßenden Blatthälften mit einander bilden, also die Kante des Flächenwinkels, ist jedoch in unserem Falle nicht verdickt wie bei der Mittelrippe eines Laubblattes. Am äusseren Rande der inneren, größeren Blatthälfte ziehen sich parallel zu einander 2 Chitinbogen hin, ihm aufsitzend aber findet sich eine durchsichtige Chitinplatte mit radial gestellten, zum Teil verschmolzenen Chitinhaaren in ihr; an dem Rande der kleinen Blatthälfte dagegen findet sich kein doppelter Chitinbogen und keine Chitinplatte mit Haaren. Ferner liegt der größeren Blatthälfte innen eine gekrümmte Chitinstange an, die, von dem Punkte, wo die Rippe des Blattes auf der Stechborste aufsitzt, mit einer excentrisch-scheibenförmigen Verbreiterung beginnend, sich nach hinten und oben erstreckt und in der Nähe der beiden Chitinbögen mit einem hakenförmig geknickten Fortsatze endigt. Es ist diese Chitinspange dieselbe, die wir schon oben in der Horizontalprojektion kennen gelernt haben. Endlich löst sich vom oberen Rande der Stechborste an der Stelle, die zwischen den Fußpunkten der beiden Ränder des Chitinblattes liegt, ein dünner Chitinbügel los und greift steil, unter einem Winkel von etwa 60° emporsteigend, auf die Peripherie des erwähnten scheibenförmigen Chitinstückes hinauf. So finde ich die Verhältnisse wenigstens auf dem größten Teile meiner Präparate; an einem anderen dagegen kann ich das Hinaufgreifen des Chitinbügels auf ein scheibenförmiges Chitinstück nicht konstatieren, sondern sehe nur, wie der Chitinbügel im Grate des Blattes sich zu verlieren scheint. Was nun die Wirkung dieses Hemmapparates anbelangt, so mache ich mir davon folgende Vorstellung: Sobald die Stechborsten in Aktion treten, wirkt jedenfalls der doppelte Chitinbogen an der inneren Hälfte des Hemmblattes als elastischer Widerhalt gegen den Druck, welchen bei der Bewegung der Stechborsten nach dem hinteren, niedrigen und verengten Teile der Schienenrinne zu die Seitenwände derselben auf die äußere Hälfte des Hemmblattes ausüben, so daß beim Aufhören dieser Bewegung die stärkere Elastizität der inneren Hälfte des Hemmblattes zur Gel-

tung kommt, dieses mit seiner äußeren Seite an die betreffende Seitenwand der Schienenrinne andrückt und längs derselben nach vorn drängt, also die Stechborste in ihre ursprüngliche Lage zurücktreibt. Sehr geeignet, diese Elastizitätswirkung zu verstärken, müßte es nun sein, wenn das Hinaufgreifen der erwähnten Chitinspange auf das scheibenförmige Chitinstück die Regel wäre. Da nämlich das Hemmblatt der Stechborste nicht einfach aufgewachsen, sondern als ein besonderes Stück an sie angelenkt ist, so müßte beim Aufhören der die Stechborste nach hinten treibenden und infolge davon das Hemmblatt nach vorn zurückbeugenden Muskelkontraktion das Hemmblatt wieder in seine ursprüngliche Lage zurückschnellen, wobei der durch die Excentrizität der oben erwähnten Scheibe beim Heraustreten der Stechborste aus dem Körper in seinem vorderen Teil etwas gehobene und so elastisch gespannte Chitinbügel durch sein Bestreben, wieder in seine ursprüngliche Lage zurückzukehren, auf den Rand der excentrischen Scheibe einen Gegendruck ausüben und so das Rückschnellen des Hemmblattes unterstützen würde.

Die in vorstehender Darstellung vertretene Auffassung am Experiment zu prüfen, dürfte freilich bei der Kleinheit der ganzen Vorrichtung (von der Seite gesehen etwa $^1/_{20}$ qmm) äußerst schwierig sein.

Es bleibt noch übrig, von der Innervation der Giftdrüse und den zu ihr gehörigen Tracheen zu sprechen. Den ganzen Verlauf aller zur Giftdrüse gehörigen Nerven auf Schnitten zu verfolgen, ist mir nicht gelungen; nur die Kommissuren des Bauchstranges sowie dessen Ganglien habe ich auch auf Schnitten immer deutlich gesehen, von sonstigen Nervenfäden dagegen nur hie und da Teile, insbesondere habe ich die von den Ganglien ausgehenden Nervenfäden nur in seltenen Fällen aufzufinden vermocht. So blieb denn nichts übrig, als zu versuchen, ob auf dem Wege der Zergliederung mit Nadel und Skalpell und unter Lupenvergrößerung die betreffenden Verhältnisse klar zu stellen wären, wobei natürlich die allerfeinsten Verzweigungen der Nervenfäden unberücksichtigt bleiben mußten, weil sie auf diesem Wege nicht isolierbar sind.

Nach der Lage der zur Giftdrüse gehörigen Teile wird man zwei Innervationsgebiete erwarten dürfen:

1. das der Giftdrüse selbst. Hier wird zu innervieren sein die Muskulatur der Giftblase und die des Giftkanales.

2. das Gebiet des Stachels. Hierher gehören die Muskeln

des Stachels und der Schmierdrüse. Es kommen dabei sowohl median als seitlich liegende Teile inbetracht.

Die median liegenden Teile werden innerviert durch einen Nerven, der von der Mitte des querabgestutzten Hinterendes des letzten Bauchganglions nach hinten verläuft. Er versorgt den Giftkanal und ebenso den sich an den unpaaren Ast des Gabelbeines ansetzenden Muskel, vielleicht auch die beiden sich an die paarigen Äste ansetzenden. Zur Innervierung der seitlich liegenden Teile, also des eigentlichen Stachels, der Giftblase und der sog. Schmierdrüse, dienen jederseits drei Nerven, welche unweit von einander an den beiden nach rechts und links gerichteten Hinterecken des letzten Ganglions entspringen; der am weitesten nach innen gelegene, ein Nervenfaden, an dem ich eine Verzweigung nicht habe entdecken können, geht über die dorsale Seite des Rinnenwulstes hinweg und verliert sich am Innenrande der oblongen Platte; der mittlere, stärkste, verzweigt sich mehrfach und schickt seine Verzweigungen an die zwischen oblonger und quadratischer Platte liegenden Muskeln; auf der linken Körperhälfte geht sein innerster Zweig an die sog. Schmierdrüse, auf der rechten sein unterster äußerer Zweig an diejenige Stelle der Giftblase, wo in dieselbe der Drüsenschlauch einmündet; der äußerste Nerv endlich sendet einen quergerichteten zweigeteilten Zweig, den äußersten seiner Verzweigung, an die Seitenmuskulatur des Körpers, während ein schräg nach hinten und außen verlaufender, aber nach innen von dem vorigen gelegener an die quadratische Platte herantritt.

Um auch noch der Innervation des Eileiters zu gedenken, so sei erwähnt, daß dieselbe von dem hinteren Ende des vorletzten, mit dem letzten in der Regel durch eine ganz kurze Querkommissur verbundenen Bauchganglions aus erfolgt, indem der seitlich nach rechts und links vom hinteren Ende des betr. Ganglions ausgehende Nervenfaden einen ganz kurzen Zweig an den betr. Eileiter sendet, nicht weit von der Stelle, wo derselbe mit dem anderen Eileiter zum Eiergang sich vereinigt.

T r a c h e e n: Von den beiden sehr geräumigen seitlichen Tracheenhauptstämmen, die in der Nähe der Stigmen ampullenartige Erweiterungen tragen und durch Querbrücken, je eine in jedem Segment, mit einander in Verbindung stehen, zweigt sich in der Gegend der Giftdrüse je ein horizontal nach innen gehender Seitenstamm ab, der sich in vier ungefähr in gleicher Höhe des Stammes entspringende Zweige teilt, von welchen der eine nach

unten geht, während die drei anderen sich in den Stachelapparat hineinsenken. Hier umspinnen sie in sehr zierlicher Weise Muskeln, Giftblase, Drüsenschläuche und Nerven; besonders auch die Ganglien zeigen sich oft — aber nicht immer — von einem äusserst zarten Tracheengeäder umzogen. Ferner finden sich Querschnitte von Tracheen: 1) in den Stechborsten; 2) zu beiden Seiten des Receptaculum seminis, da also, wo die oblongen Platten auftreten, hier auch an einzelnen Stellen durch Querbrücken, die über das R. s. (zwischen diesem und dem Ganglion) weggehen, verbunden, besonders da, wo das R. s. in die Scheide mündet. Von dieser Querbrücke steigt eine sehr feine Trachee senkrecht hinab in jede der Stechborsten da, wo sie, an den Unterleib angewachsen, die beiderseits von der Medianlinie liegenden Wülste der Scheide bilden.

Werfen wir schließlich noch einen Blick auf die Entwickelung der Giftdrüse bei Apis mellifica ♀[1]).

Die Entwickelung von A. m. ♀ zeigt in bezug auf die Giftdrüse dieselben Verhältnisse, wie sie soeben für A. m. ☿ geschildert worden sind. Während der Geschlechtsapparat (Eiröhre, Eileiter, Eiergang, Scheide und Receptaculum seminis) bei dem vollkommenen Weibchen einen viel höheren Grad der Ausbildung erreicht als bei der geschlechtlich verkümmerten Arbeiterin, ist die Giftdrüse bei A. m. ♀ kaum besser ausgebildet als bei A. m. ☿; nur ist sie in allen ihren Teilen ein wenig größer, wie ja überhaupt die Bienenweibchen etwas größer sind als die Arbeiterinnen.

Es seien drei Stadien ausgewählt, um diese Verhältnisse zu verdeutlichen.

Zuerst dasjenige Stadium, wo die ♀-Larve, die sich bisher in nichts von einer gewöhnlichen ☿-Larve unterschied, durch Vergrößerung ihrer Zelle und sehr reichliche Ernährung veranlaßt wird, sich zum vollkommenen Weibchen auszubilden. Es geschieht das am 2. oder 3. Tage des Larvenlebens. Worauf es hier ankommt, ist folgendes: Von den 13 Segmenten der Larve (jedes mit einem Ganglion, jedes auch mit einer Trachee) zeigt das 2., 3. und 4., sowie das 11., 12. und 13. an gewissen entsprechend wiederkehrenden Stellen, nämlich immer an der ventralen Hinterseite des betr. Segmentes, Verdickungen des Epithels; die übrigen

1) An dieser Stelle will ich nicht unterlassen, dem Meister in der Bienenzucht, Hrn. W. Günther in Gispersleben bei Erfurt, für die liebenswürdige Bereitwilligkeit, mit der er mir Material an ♀ zur Verfügung gestellt hat, meinen herzlichen Dank auszusprechen.



Segmente dagegen zeigen solche Verdickungen nicht. Aus den Verdickungen des 2., 3. und 4. Segmentes entstehen bei weiterer Entwickelung der Larve die Füße, indem zuerst aus den Verdickungen sich ungegliederte Stummel hervorwölben, die sich später gliedern. *Unter* resp. *aus* den Verdickungen des 11., 12. und 13. Segmentes dagegen entstehen der Giftapparat und der Geschlechtsapparat, wie ein Vergleich mit dem entsprechenden Stadium der ☿ (Erstes Stadium, S. 8—9) mit Evidenz ergiebt. Wir fanden dort, daß, genau wie hier, hintereinander drei Verdickungen des Epithels entstehen, jede von der anderen durch eine kurze Strecke unverdickten Epithels getrennt; und wir fanden, als wir die Entwickelung dieser Verdickungen weiter verfolgten, wie unter der vordersten Verdickung (11. Segment) die Geschlechtsanlage, aus der nächsthinteren (12. Segment) die Stechborsten, aus der hintersten (13. Segment) die Schienenrinne und die Stachelscheiden entstehen. Um die Segmente auf dem Querschnitte mit denen auf dem Längsschnitte, wo sie sich, ebenso wie die Bauchganglienkette, der Betrachtung sämtlich auf einmal darbieten, zu identifizieren, hat man nur zu beachten, unter dem wievielten Ganglion — das sich auch auf Querschnitten höchst charakteristisch von den Kommissuren unterscheidet — von hinten jedesmal die betr. Verdickung liegt.

Dann das Stadium der größten Larve; es entspricht etwa dem 10. Stadium von A. m. ☿ (S. 15—17), nur daß hier die Geschlechtsprodukte noch ganz fehlen, während sie dort schon in der Anlage vorhanden sind. Das Tier zeigt äußerlich noch keinerlei Gliedmaßen; wohl aber schimmern diese deutlich unter der Embryonalhaut durch. Von der Mündung des Darmes, die genau an der Spitze des Hinterleibes liegt, am Unterleibe nach vorn gehend bemerkt man zuerst die Anlage der Stachelscheiden, noch weiter nach vorn die Anlage der Schienenrinne, über ihr die Anlage der Giftblase und des Drüsenschlauches in einem nach unten geöffneten, fast halbkreisförmigen Bogen, an dessen vorderem Ende die Giftblase, an dessen hinterem Ende der Drüsenschlauch liegt; die Giftblase verengt sich unten und setzt sich fort in den senkrecht herabsteigenden Giftkanal, der auf dem Schnitte nur bis zum Eintritte in den Kolben getroffen ist, dessen weiterer im Kolben verlaufender Weg aber auf den benachbarten Schnitten verfolgt werden kann. Unmittelbar vor dem Giftkanal mündet in den Giftweg die Schmierdrüse; wiederum nicht weit von der Stelle, wo sie mündet, zeigt sich der Durchschnitt der am Unterleib an-

gewachsenen Stechborsten. Vor der Stechborste mündet am Unterleibe der Weg für die Geschlechtsprodukte aus; auf unserem Durchschnitte sieht man jedoch bloß den Anfang dieses Weges, nämlich die Scheide, unten begrenzt von dem Ventralteile eines Segmentes, das hier im Durchschnitt nur einen kurzen, eigentümlich eingekerbten, schräg nach hinten gerichteten Stummel darstellt, am Ende der Entwickelung aber sich fast bis zur Spitze des Hinterleibes verlängert zeigt. Die Scheide setzt sich weiter nach innen fort in den Eiergang, von da durch die beiden Eileiter hindurch zu den beiden Eiröhrenpacketen, die über dem Mitteldarm liegen und deren eins, auf unserem Schnitte getroffen, eine beträchtliche Zahl — wohl über anderthalb hundert — solcher Eiröhren zeigt, während bei A. m. ☿ nur etwa 4—5 jederseits vorkommen. In den Eiergang mündet von oben das Receptaculum seminis, als ein von dem oberen Ende einer hier noch zweiteiligen Blase schräg nach vorn und unten herabgehender kurzer Kanal. Die Samenblase ist im Vergleich zu dem Rudimente derselben, wie es bei A. m. ☿ vorkommt, schon hier sehr ansehnlich und wird es noch mehr beim erwachsenen Tiere.

Zum Schlusse sei noch das Stadium des erwachsenen, nicht chitinisierten ♀ besprochen. Alle in Betracht kommenden Teile sind hier — mit Ausnahme des Geschlechtsapparates — nicht viel besser ausgebildet als bei A. m. ☿: die Stachelscheiden sind nur wenig kräftiger entwickelt, die Schienenrinne ist in ihrem vorderen Teile (dem Kolben) etwas geräumiger als bei ☿, die Stechborsten sind etwas eleganter geschwungen, Giftkanal, Giftblase und Drüsenschlauch sind ebenfalls wie bei ☿, nur ist hier der Drüsenschlauch besonders lang. Die sog. Schmierdrüse reicht sehr weit nach vorn, bis über die Stelle hinaus, wo der Eiergang sich in die beiden Eileiter spaltet und endigt hier zweiteilig, während ich dies bei A. m. ☿ nicht finden kann. Sie liegt links vom Giftkanal und zeigt in ihrem unteren Teile keine drüsige Beschaffenheit ihrer Wände. Diese tritt, im Gegensatz zu den bei A. m. ☿ obwaltenden Verhältnissen, erst im oberen Teile auf. Das Receptaculum seminis zeigt eine wohl ausgebildete, sehr geräumige Blase von linsenförmigem Querschnitte über einem sehr engen Ausführungsgange, der sich unter dem R. s. nach rückwärts umbiegt, ehe er in den Eiergang einmündet. Der Eiergang zeigt in der Mitte seines Verlaufes rechts und links zwei nach vorn gerichtete Blindsäcke, allerdings nur bei zwei Exemplaren, die ich aber Grund habe für besonders wohl ausgebildet zu halten. In den anderen

Fällen ist die Dreiteilung nur angedeutet, aber nicht zur vollen Entwickelung gekommen. Vielleicht bezeichnet der Zustand der Ungeteiltheit des Eierganges ein früheres Stadium, obwohl äußerlich diejenigen Exemplare, welche die Dreiteilung nicht aufweisen, ebenso wohl entwickelt zu sein scheinen als die beiden anderen. In diesen beiden Fällen mündet übrigens das Receptaculum seminis an einer Stelle, wo der Eiergang noch dreiteilig ist. Der Eiergang ist in seinem vorderen Teile an der Ventralseite mit einem starken Muskel versehen, von welchem sich auch noch an den Blindsäcken Reste bemerken lassen. Ob vielleicht diese Blindsäcke bei der Fortbewegung des Eies eine Rolle mit zu spielen haben? Etwa um eine Preßwirkung zu verstärken, woraus sich ja auch die Anwesenheit von Muskulatur erklären würde?

Aus der Besprechung dieser Entwickelungsstadien von A. m. ♀ ersieht man, daß hier die Entwickelung der Giftdrüse im Anfange, in der Mitte und am Ende des embryonalen Lebens dieselbe ist wie bei A. m. ☿. Hieraus wird man berechtigt sein zu schließen, daß die Giftdrüse bei A. m. ♀ sich überhaupt so entwickelt wie bei A. m. ☿.

Was nun die histologischen Verhältnisse der zum Giftapparat gehörigen Teile anbelangt, so kann man sagen, daß alle diese Teile mit Ausnahme der Muskeln und Nerven, welche unterhalb des Epithels angelegt werden, aber mit Einschluß der Giftblase samt Giftkanal und Drüsenschläuchen, obgleich diese letzten drei Teile zunächst im Inneren des Körpers angelegt werden, aus einem ursprünglich indifferenten einschichtigen Epithel hervorgehen, welches sich zunächst an gewissen Stellen des Körpers — unter Umständen beträchtlich — verdickt. Diese Stellen liegen an den ventralen Hinterseiten des 12. und 13. Segmentes. Die Verdickung kommt nicht etwa dadurch zustande, daß die Zellen höher werden, sondern dadurch, daß unter die eine Epithelschicht sich noch mehrere andere lagern; aus dem einschichtigen Epithel wird auf diese Weise ein mehrschichtiges. Es findet also an einzelnen Stellen, wo später lebhaftere Wachstumsvorgänge stattfinden sollen, eine lokale Anhäufung embryonaler Substanz statt. Dieses Bildungsmaterial hat durchaus den embryonalen Charakter; es sind kleine Zellen mit unverhältnismäßig großem Kern und wenig Protoplasma. Noch unter Lupenvergrößerung von $^6/_1$ erscheinen sie so dicht, daß eben das Bild einer ganz homogenen Verdickung entstehen kann. Von den sonst noch vorkommenden Zellen seien erwähnt die Fettzellen, die ja bei Larven massenhaft

auftreten, übrigens aber nicht zu diesem Bildungsmaterial gehören; sie zeichnen sich durch ihre Größe und die verhältnismäßige Kleinheit ihres Kernes vor den embryonalen Bildungszellen aus; der Kern hat einen Durchmesser von etwa $^1/_3$—$^1/_4$ der ganzen Zelle und liegt central, wenn er nicht durch Fetttröpfchen verdrängt wird, deren ich 1—6 in einer Zelle gezählt habe. Die Kerne der Bildungszellen sind in manchen, nicht seltenen, Fällen etwas langgestreckt in der Richtung, welche auf der Konturlinie senkrecht steht; es stehen also auch die Zelllagen im allgemeinen senkrecht zur Kontur. Wo sich die Richtung der Kontur ändert, ändert sich daher auch in vielen Fällen die Richtung der Zelllagen so, daß ihre senkrechte Stellung zur Kontur gewahrt bleibt; namentlich ist dies der Fall an denjenigen Stellen, wo die Anlage am deutlichsten ausgebildet ist, und je mehr man sich diesen Stellen nähert, um so mehr nähert sich auch die Lage der Zellen diesem Zustande. Nach diesem Prinzipe kann man also die Richtung der Zelllagen im allgemeinen für jeden Punkt der Kontur konstruieren; nur hat man dabei zu beachten, daß zwischen den kritischen Punkten der Kurve, welche die Kontur angiebt, die Zelllagen ihre Richtung stetig ändern. Innerhalb der Bildungsstätte für die zur Giftdrüse gehörigen Teile sind die Verdickungen von sehr wechselnder Höhe, namentlich da, wo starke Ein- und Ausbuchtungen der Kontur stattfinden, also gerade in der Umgebung des Stachels. Am stärksten sind die Verdickungen in der Gegend der Schienenrinne, namentlich da, wo die Giftblase ihren größten Durchmesser hat. Das Epithel der Bildungsstätte überzieht sich schon zu der Zeit, wo sich die Larve in ihrer Zelle zu strecken beginnt (S. 14), mit einer Cuticula, die zwar im allgemeinen strukturlos zu sein scheint, aber an einzelnen Stellen übereinander gelagerte Schichten erkennen läßt. Die Cuticula ist auf jedem Stadium am deutlichsten da, wo auch die Anlage selbst am meisten ausgebildet erscheint. Die Konturen der verdickten Epithelschicht werden von dem Zeitpunkte ab, wo die Larve sich in ihrer Zelle aufzurichten beginnt, im allgemeinen recht scharf, so daß sich die Verdickung gegen das unterliegende Gewebe gut abhebt; in manchen selteneren Fällen geht sie allerdings auch erst allmählich in dasselbe über. Die Kerne der Bildungszellen rücken auf späteren Stufen mehr und mehr an die Oberfläche der Kontur, unterhalb der Kerne aber sind die Zellen noch ziemlich verlängert. Die Verhältnisse, wie ich sie bei Vespa beobachtet habe, machen es mir wahrscheinlich, daß auch bei Apis das Epithel zuletzt, d. h.

bei Tieren, die unmittelbar vor dem Zustande der Flugreife stehen, an fast allen Teilen des Stachelapparates wieder einschichtig wird; leider besitze ich aber von Apis kein Präparat, das so beweisend wäre wie das von Vespa.

Zu den einzelnen Bestandteilen der Anlage ist nunmehr nur noch weniges zu bemerken. Stachelscheiden, Schienenrinne, Stechborsten und Gabelbein bieten nichts Erwähnenswertes; ihr Epithel ist ein einschichtiges Cylinderepithel. Da, wo es verdickt ist, kommt die Verdickung zustande dadurch, daß sich die Zellen entsprechend verlängern. Der Giftkanal zeigt zu äußerst ein Plattenepithel und darunter eine Cuticula (Intima) mit quergerichteten Verdickungen, ähnlich wie die Chitinspiralen der Tracheen. Die histologischen Verhältnisse der Giftblase und des Drüsenschlauches sind so, wie sie Leydig (l. c.) geschildert hat. Er hat insbesondere auch recht, wenn er dort sagt, der Beschreibung, welche Meckel in Müller's Archiv, 1846, S. 49 der Originalabhandlungen von der Giftdrüse der Honigbiene gebe: „die Giftdrüse bei Apis mellifica sei ein rundes Läppchen, von einer Tunica propria umschlossen", müsse eine Verwechselung zugrunde liegen. In dem Aufsatze, worin Meckel dies behauptet, sei hier gleichzeitig ein anderer Fehler berichtigt. Die Mündung der Giftdrüse ist nicht über dem After, wie Meckel dort (S. 47) angiebt, sondern unter demselben. Über die sog. Schmierdrüse, die ja allerdings vielleicht nicht zum Giftapparat gehört, hat Leydig Angaben nicht gemacht. Ihr histologisches Verhalten ist folgendes: Ihre Mündung ist eine sehr enge Querspalte, deren Wandungen aus zwei Lagen von Zellen bestehen, die innere Lage stärker sich färbend als die äußere; daher vielleicht nur die innere als drüsig anzusprechen. Die Kerne dieser beiden Lagen von Zellen liegen an den peripherischen Enden, nicht an den centralen Enden der Zellen. Diese doppelte Zelllage behält die Drüse bei bis kurz vor der Hälfte ihres Verlaufes; dann verschwindet die äußere Lage, und es bleibt als Wandung nunmehr nur noch eine Lage von Zellen zurück, die sämtlich mit stumpfen Zotten in das Innere des jetzt sehr viel geräumiger werdenden Lumens hineinragen; ähnlich wie an gewissen Stellen die Zellen des Darms in diesen. Sehr deutlich sieht man an der sog. Schmierdrüse, wie sich das allgemeine Körperepithel direkt in sie fortsetzt und hier sich nach und nach zum zottigen Drüsenepithel umbildet. Nerven und Muskeln zeigen histologisch ebenfalls nichts Bemerkenswertes. Die Wandung der Tracheen besteht aus einem sehr schönen Pflasterepithel, unter

welchem die Chitinspiralen verlaufen. Dieses Pflasterepithel entsteht aus dem gewöhnlichen Cylinderepithel des Körpers da, wo es eben in die Wand der Tracheen übergeht.

Auf die Histologie des Geschlechtsapparates einzugehen ist vom Standpunkte unserer Aufgabe keine Veranlassung.

Gern hätte ich noch Melipona auf die Entwickelung des Stachels untersucht; allein nach gütiger Auskunft eines Herrn, der sie früher in Deutschland gezüchtet hat, scheint ihre Züchtung hier augenblicklich aufgegeben zu sein.

Am Schlusse dieses Teiles meiner Untersuchung gebe ich eine Zusammenstellung meiner Resultate über die Entwickelungsgeschichte der Giftdrüse bei Apis mellifica ☿, um dieselben alsdann mit denen von Kraepelin und Uljanin zu vergleichen.

1. Zeit der Anlage: Die Giftdrüse wird angelegt vor der Zeit, wo die weibliche Larve durch Vergrößerung ihrer Zelle und Darbietung besonders reichlicher Nahrung veranlaßt werden kann, sich zum vollkommenen ♀ auszubilden; denn eine am ersten Tage dieser Entwickelung zum vollkommenen ♀ stehende Larve zeigt eben bereits diese Anlage. Da nun das Ei in der Regel 3 Tage braucht, um zur Larve zu werden und diese wieder 2—3 Tage alt sein muß, ehe sie von den Bienen zur königlichen Larve erhoben wird, und da ferner die allerjüngsten Larven die Anlage noch nicht zeigen, so ergiebt sich, daß das erste Auftreten der Anlage fallen muß zwischen dem 3. und 6. Tag nach dem Zeitpunkte, wo das Ei den mütterlichen Körper verlassen hat.

2. Ort der Anlage: Angelegt wird die Giftdrüse am ventralen Hinterteile des 12. und 13. Segments.

3. Art der Anlage: Von der Anlage der Giftdrüse erscheinen am weitesten nach hinten (am 13. Segment) die Stachelscheiden; an ihrer statt tritt zuerst eine Verdickung des eingesunkenen Epithels auf, aus welcher sich nach und nach 2 symmetrisch zur Medianebene und wagerecht unter dem Unterleibe verlaufende Zapfen heraus differenzieren. Der Teil des Unterleibes, an welchem diese Zapfen mit ihrem Vorderende angewachsen sind, differenziert sich später nach vorn zu jederseits zu einer oblongen Platte, von der sich sodann wieder jederseits von außen und parallel zu ihr eine quadratische Platte abgliedert; beide gehören dem 13. Segmente an; ebenso der Rinnenwulst als Verbindung der oblongen Platten. Etwas vor der Stachelscheide, aber noch zum 13. Segment gehörig, legt sich kurz darauf die

Schienenrinne an, zuerst in zwei getrennten Hälften, die im hinteren Teil ihres Verlaufs frei unter dem Unterleibe liegen, später im vorderen aber mit dem Unterleibe verwachsen, zwischen sich eine enge Rinne lassend, die Schienenrinne, die sich auf späteren Stadien noch mehr vertieft. Je mehr das Tier wächst, um so deutlicher zeigt sich das Bestreben der beiden getrennten Hälften, auch unter sich zu verwachsen, wobei die Verwachsung von hinten nach vorn fortschreitet. Ist die Verwachsung in der ganzen Länge erfolgt, so stellt sich nun die Schienenrinne dar als ein unten offener Halbkanal, der nach vorn zu tiefer und breiter wird und sich hier in den senkrecht aufsteigenden Ausführungsgang der Giftdrüse, den Giftkanal, fortsetzt, der seinerzeit wieder mit der Giftblase und durch sie mit dem am Vorderende derselben befindlichen, zuletzt zweigabeligen, das Gift sezernierenden Drüsenschlauche in Verbindung steht. Die Giftblase legt sich zunächst im Innern des Körpers an, und zwar in der Gegend des 12. Segmentes, wächst aber von hier aus sehr rasch der sich immer mehr dorsalwärts erhebenden Schienenrinne entgegen, bis beide sich treffen. Nunmehr trennt sich der dorsale Teile dieses Halbkanals auf die ganze Länge, wo er mit dem Unterleibe verwachsen war, von diesem ab und bildet hier eine kolbige Erweiterung, den sog. Kolben der Schienenrinne, in welchem der Giftkanal kurz nach seinem Eintritte endigt. Da sich der Giftkanal und der Drüsenschlauch im Zusammenhange mit der Giftblase anlegen, gehören auch sie dem 12. Segmente an. Die Stechborsten legen sich am 12. Segmente an, zunächst als Verdickung einer seichten, symmetrisch zur Medianlinie rechts und links liegenden Epitheleinsenkung, aus welcher schon bald zwei sich seitwärts nach außen scharf umbiegende Zapfen entstehen, die, sowie sie länger werden, die scharfe Auswärtsbiegung nur noch an ihrem hinteren Ende zeigen, bis sie auch hier dieselbe verlieren und dann im allgemeinen parallel unter den beiden Schienenrinnenhälften, jede von ihnen unter einer von diesen, verlaufen. Dem 12. Segmente gehören auch die Bögen der Schienenrinne sowie die Stechborstenschenkel an (S. 20—21). In der Nähe des vorderen Endes derStechborsten mündet in den Giftkanal die sog. Schmierdrüse, deren erste Anlage sich ebenfalls zu der Zeit zeigt, wo die Larve sich in ihrer Zelle zu erheben beginnt. Sie erscheint zuerst als eine Einstülpung des Epithels, und zwar ebenfalls im Bereiche des 12. Segmentes. Die erste deutliche Anlage des Gabelbeins fällt in das Puppenstadium, an den Anfang der Chitinisierung, und zeigt sich

als ein nach innen sich fortsetzendes Stück der Ventralseite des 12. Segmentes, das, in zwei zunächst nur mit groben Umrissen angedeuteten Schenkeln rechts und links von der Medianlinie beginnend, nach innen und oben in ein unpaares Stück ausläuft, welches sich dem Rinnenwulste am vorderen Ende des Kolbens unmittelbar aufgelagert und an welches sich kräftige Muskeln ansetzen. Ein Querschnitt zeigt zwischen den beiden Schenkeln dieses Stückes den Giftkanal innerhalb des Kolbens der Schienenrinne, und die nächsten Querschnitte nach vorn zu zeigen, daß in dieser Gegend der Kolben aufhört. Auch die Anlage des Winkels vermag ich erst auf dieser Stufe nachzuweisen. Da er sich an das Vorderende der Stechborsten anfügt, kann er keinem anderen als dem 12. Segment angehören.

Von den Nerven werden sehr früh angelegt: die Bauchganglienkette; schon auf den frühesten Stufen, welche die Anlage des Giftapparates zeigen, fehlt auch sie nicht. Dagegen vermag ich nicht anzugeben, wann die von der Bauchganglienkette seitwärts abgehenden segmentalen Nerven und namentlich wann die vom letzten Bauchganglion nach hinten zum Giftapparat abgehenden Nerven zuerst auftreten; darf ich nach Analogie der bei Ameisen (Formica) auftretenden Verhältnisse urteilen, so scheint dies ebenfalls sehr frühe zu geschehen.

Die Muskeln werden angelegt, sobald die bloßen Verdickungen des Epithels, welche den Anfang der ganzen Anlage bezeichnen, anfangen, sich zu Zapfen, Wülsten und Rinnen zu differenzieren, sobald also Ansatzpunkte gegeben sind; es findet dies zu der Zeit statt, die wir als drittes und viertes Stadium bezeichnet haben.

Die Tracheen erscheinen ebenfalls schon auf den frühesten Stadien, und zwar gleich hier mit einer äußeren Wandung aus Pflasterepithel und einer Cuticula mit Querstreifen (Anfänge der Chitinspiralen).

Wenn ich nun mit diesen Ergebnissen zunächst Uljanin's Angaben (l. c.) vergleiche, so finde ich unbedingte Übereinstimmung in folgenden Punkten: 1. in der Zeit der Anlage, 2. im Orte der Anlage, 3. in der räumlichen Aufeinanderfolge der einzelnen Teile der Anlage, 4. in dem Verhalten der Larve nach der vierten Häutung, womit offenbar das Stadium gemeint ist, in welchem sich die Larve in der Zelle aufzurichten beginnt: am 12. Segmente erscheinen die beiden Stechborsten (= Stilette des Stachels Ulj.), am 13. Segment die Stachelscheiden und die beiden noch nicht vereinigten Hälften der Rinne, 5. im Verhalten der Larve

vor dem Übergange ins Stadium der Puppe: vollständige Verwachsung der Schienenrinnenhälften, Überkleidung der Teile des Stachels mit einer Cuticula.

Dagegen nicht unbedingt beistimmen kann ich Ulj., wenn er sagt: „Die Giftdrüse und Giftblase bilden sich, unabhängig vom Stachel, durch eine einfache Einstülpung der Hypodermis in das Innere." Es kann das mißverstanden werden. Ich würde also vorziehen zu sagen: Es giebt einen Moment im Larvenleben der Biene, wo sich die Giftdrüse und Giftblase unabhängig vom Stachel im Inneren des Körpers anlegen, aber schon sehr bald darauf wachsen die beiden zuerst von einander getrennten Anlagen einander entgegen, indem sich die Schienenrinne nach oben vertieft, während sich die Giftblase nach unten verlängert.

Gar nicht beistimmen aber kann ich Ulj., wenn er behauptet, daß nach der vierten Häutung bei den Bienen alle Anhänge gegliedert wären. Weder kann ich das auf denjenigen meiner Schnitte finden, welche die Entwickelung des ☿ verfolgen, noch auf denjenigen, welche der ♀-Larve in dem betreffenden Stadium angehören (Stadium 2 der ♀-Larve). Auch Kraepelin hat es nicht gefunden, daß auf diesem Stadium bei A. die Anhänge gegliedert sein sollten; dagegen spricht auch die Thatsache, daß bei so nahe verwandten Tieren, wie V., M. und F. nichts Analoges beobachtet worden ist. Was Ulj. veranlaßt haben mag, die Anhänge bei A. auf diesem Stadium für gegliedert zu halten, ist wohl der Umstand gewesen, daß die Wärzchen, welche die Anlage bilden, sich bei stärkerem Wachstum innerhalb der Embryonalhaut krümmen, weil es ihnen an Platz fehlt, sich zu strecken. Dergleichen ist sowohl von Dewitz beobachtet (S. 541 seiner Abhandlung) wie auch von mir. Die Erscheinung tritt aber nicht bloß an Wärzchen der Giftdrüsenanlage auf, sondern auch an anderen Hervorragungen des Epithels und sogar an Stellen, wo das Epithel normalerweise gar keine Hervorragungen zeigt. Daraus geht wohl am besten hervor, daß die Gliederung der betreffenden Anhänge, wie sie Ulj. beobachtet haben will, nur eine scheinbare gewesen sein kann. Infolge dessen kann ich Ulj. auch nicht beistimmen, wenn er sagt, der ganze Stachel sei homolog 2 Paaren von Füßen. Die ursprüngliche Anlage des Stachels sieht allerdings ganz so aus wie die Anlage der Füße; aber während diese sich im Verlaufe der weiteren Entwickelung gliedern, bleibt die Anlage des Stachels im weiteren Verlaufe ungegliedert, differenziert sich aber

dafür in anderer Richtung; beide Anlagen divergieren also in ihrer Entwickelung.

Mit den Resultaten von KRAEPELIN's Arbeit kann ich mich in allen Punkten, die hier in Betracht kommen, einverstanden erklären; ergänzen konnte ich sie inbezug auf die Muskulatur des Stachels, die Anatomie des den Stechborsten aufsitzenden Hemmblattes, die Innervation des Giftapparates, seine Versorgung mit Tracheen und seine Histologie [1]).

In ähnlicher Weise habe ich nun auch bei Vespa vulgaris, Myrmica laevinodis und Formica rufa die Entwickelungsgeschichte des Giftapparates untersucht. Eine Vergleichung der Resultate dieser Untersuchung ergab, daß bei allen daraufhin untersuchten Tieren der Giftapparat nach demselben Grundplane aufgebaut ist:

die wesentlichen Teile sind überall dieselben,
ihre räumliche Anordnung ist dieselbe,
ihre Beziehung zur Körperoberfläche ebenfalls,
ihre zeitliche Aufeinanderfolge in der individuellen Entwickelung gleichfalls.

Andererseits steht fest, daß der Giftapparat beim erwachsenen Tiere von F. r. erhebliche Abweichungen aufweist gegenüber dem Verhalten, das er bei den 3 übrigen Tieren im erwachsenen Zustande zeigt: es fehlt dort der eigentliche Stachel, die durchweg geraden Stechborsten sind an ihrem Hinterende nicht verjüngt und zugespitzt, sondern verbreitert und abgestutzt, tragen keine Hemmblätter und sind mit dem Winkel verwachsen, die Stachelscheiden sind verkürzt, das Gabelbein ist nicht nur überhaupt, sondern auch verhältnismäßig viel kleiner als bei den übrigen Tieren und hat seine paarigen Fortsätze verloren, die Rinnenbögen sind mit den oblongen Platten verwachsen, der Rinnenwulst fehlt. Von den Muskeln zeigen diejenigen, welche den Stachel zu regieren haben, eine äußerst geringe Ausbildung, während diejenigen, die den Abfluß des Giftes bewirken und regulieren, sehr stark ausgebildet sind. In bezug auf das Nervensystem ist bemerkenswert, daß von den Bauchganglien die drei letzten zu einem verschmolzen sind, während bei den übrigen Tieren die Verschmelzung sich nur auf die zwei letzten Ganglien erstreckt. Es entstand nun diesem

1) Von den weiteren Untersuchungen, die ich zur Lösung der aufgeworfenen Frage vorgenommen habe, stelle ich im nachfolgenden nur die Ergebnisse zusammen, indem ich gleichzeitig darauf hinweise, dafs meine Arbeit unverkürzt in der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft N. F. XVIII erscheinen wird.



Befunde gegenüber die Frage, ob diese Abweichungen auf primitive oder auf reduzierte (= rudimentäre) Verhältnisse hinweisen. Diese Frage wurde vom allgemein zoologischen wie vom speziell embryologischen Standpunkte aus erwogen. Vom allgemein zoologischen Standpunkte wurde nachgewiesen, daß der Besitz eines funktionsfähigen Stachels für die betreffenden Tiere eine höhere Stufe der Organisation begründe als der Besitz eines funktionsunfähigen, oder gar das Fehlen eines Stachels überhaupt, weil der Stachel das Tier befähige, 1) die Brut besser zu schützen, insbesondere wenn es zugleich beflügelt ist, 2) das Ei in eine besondere Zelle abzulegen, was wieder eine bessere Brutpflege ermöglicht. Vom speziell embryologischen Standpunkte endlich konnte folgender Schluß nicht abgewiesen werden: Wenn aus derselben Anlage auf der einen Seite sich der Giftapparat von A., V. und M. entwickeln kann, auf der anderen Seite beim erwachsenen Tiere von F. der von diesen Apparaten so abweichende, und wenn weiter die Organisation des Giftapparates bei A., V. und M. als die vollkommenere bezeichnet werden muß, so wird man nicht anders sagen können, als daß der Giftapparat von F. eine reduzierte Form darstelle.

Zu diesem Schlusse gelangt man auch durch Apagoge, sowie durch eine vergleichende Betrachtung der einzelnen Teile des Stachels bei den untersuchten Tieren. Sogar die Verhältnisse der eigentlichen Giftdrüse, so sehr sie zuerst dieser Folgerung zu widerstreben scheinen, werden gerade unter diesem Gesichtspunkte erst recht verständlich. Es findet nämlich zwischen der Entwickelung des Stachels und der Entwickelung der eigentlichen Giftdrüse eine Korrelation derart statt, daß die Giftdrüse sich um so mehr vergrößert, je unsicherer der Stachel in seiner Wirkung wird. A. mit dem am besten ausgebildeten Stachel hat die einfachste Giftdrüse: einen mäßig langen Drüsenschlauch, der sich erst kurz vor seinem Vorderende gabelt, kein Drüsenpolster, keinen Drüsensack, keine Einstülpung der Giftblase; F. mit einem gänzlich reduzierten Stachel hat einen unmäßig langen Drüsenschlauch, zu einem die Giftblase einstülpenden Drüsenpolster angeordnet. Hier ist die Vergrößerung der sezernierenden Fläche am weitesten gediehen. Zwischen diesen beiden Extremen liegen die Verhältnisse des Giftapparates bei V. und M.

In bezug auf die Frage, was wohl für die Rückbildung des Stachels die Veranlassung gewesen sein möge, kam ich zu folgendem Ergebnisse: Jedenfalls muß man doch annehmen, daß die

Umbildung des Stachels bei F. allmählich vor sich gegangen ist und daß es eine Zeit gegeben hat, wo der Stachel auch bei ihr noch in Wirksamkeit war. Denkt man sich nun, daß zufolge einer, bei der Variabilität des Organismus durchaus nicht unmöglichen, kleinen Abänderung im Bau des Stachelapparates — nehmen wir an, einer ganz geringen Verbreiterung der Stechborsten an ihrem Hinterende — der Stachel bei einer F. nicht so gut funktionierte, als es bei F. sonst Regel war, so wird das Tier instinktiv das Bedürfnis empfunden haben, durch vermehrte Produktion von Giftstoff die Unvollkommenheit in der Wirkung des Stachels auszugleichen, um so für den Schutz der Art denselben Erfolg zu erreichen, wie die anderen Tiere ihn durch ihren völlig normalen Stachel erreichten. Eine vermehrte Produktion von Giftstoff hat aber eine größere Entwickelung der Drüsenschläuche zur Voraussetzung, und die Folge einer Vergrößerung des sezernierenden Apparates mußte wieder eine Verdrängung des unmittelbar über ihm liegenden Darmes sein, damit für die vergrößerte Giftdrüse Platz geschafft wurde. Damit aber war auch eine Verschiebung in der Hauptachse des Apparates gegeben. Während nämlich bei A., V. und M. der Stachel sich mehr in horizontaler Richtung bewegt, auf welche ursprünglich ja auch der ganze Mechanismus der Muskeln berechnet ist, mußte nunmehr beim Hinaufrücken der Giftblase und des ihr aufliegenden Drüsenschlauches nach der dorsalen Seite des Tieres zu die Hauptachse des Apparates gegen die Horizontale nach und nach immer steiler geneigt werden. Je mehr dies aber geschah, um so weniger konnte sich der bisherige, auf horizontale Aktion des Stachels berechnete Mechanismus der Muskeln für ein wirksames Hervortreiben des Stachels als zweckmäßig erweisen. Damit aber war eine Rückbildung — zunächst vielleicht nur der Muskulatur, später unausbleiblich aber auch der Chitinteile — eingeleitet. Dafür mußte das Tier nunmehr — da das Bedürfnis, die Brut zu schützen, als fortdauernd angenommen werden darf — durch direktes Ausspritzen des Giftes dieselbe Wirkung zu erreichen suchen, wie vorher durch Vergiftung mittels des Stachels; die Folge davon war eine stärkere Ausbildung derjenigen Muskeln, welche die Kontraktion der Giftblase und die Richtung des Giftkanals zu besorgen haben.

Am Schlusse dieser Arbeit fühle ich mich gedrungen, Herrn Professor HAECKEL, sowie auch Herrn Professor LANG für die vielfältigen und nachhaltigen Anregungen zu danken, welche ihre geistvolle Auffassung der zoologischen Wissenschaft meinen Studien gegeben hat. Ich schätze es als ein hohes Glück, daß ich mich gerade ihres Unterrichtes erfreuen durfte.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.



